HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

5277

Bought

June 7, 1910.

5277

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Elfter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 4 Tafeln, 39 Figuren im Text, 3 Karten und 5 Tabellen.

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer.
1910.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
Neue Folge. Elfter Band. Abteilung Kiel.

Inhalt.

Seite

P. Thomsen. Über das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere 1

Fr. Kraefft. Über das Plankton in Ost- und Nordsee und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden. (Mit Tafel I, 9 Figuren im Text und 3 Tabellen.) . . . 29

E. Raben. Ist organisch gebundener Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden? 109

E. Ruppin. Bestimmung von Cl, SO_3 und σ_0 in den aus Kristiania eingesandten Kontrollproben . 119

C. Apstein. Chaetoceras gracile Schütt und Chaetoceras vistulae n. sp. (Mit 2 Figuren im Text.) 133

H. Merkle. Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. (Mit Tafel II und III und 3 Figuren im Text.) 139

Eb. Eichelbaum. Über Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen. (Mit Tafel IV und 14 Figuren im Text.) 187

E. Ruppin. Die Alkalinität des Meerwassers. Meerwasser, Kohlensäure, kohlensaurer Kalk, ein System aus 3 Bestandteilen nach der Phasenregel. (Mit 2 Karten und 2 Figuren im Text.) . 277

E. Raben. Dritte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser 303

H. Merkle. Das Plankton der deutschen Ostseefahrt Juli-August 1907. (Mit 1 Karte, 3 Figuren im Text und 2 Tabellen.) 321

Joh. Schüler. Über die Ernährungsbedingungen einiger Flagellaten des Meerwassers. (Mit 6 Figuren im Text.) 347

Über das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere.

Von

Peter Thomsen.

Aus dem botanischen Institut der Universität Kiel.

Durch die vorliegende Arbeit beabsichtige ich einen Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Nitrobakterien im Meere zu liefern.

Winogradsky[1]), der uns mit der Biologie der nitrifizierenden Organismen im Ackerboden bekannt gemacht hat, gibt schon in einer seiner ersten Publikationen der Meinung Ausdruck, daß das Wasser das einzige Medium sei, in dem die Verbreitung der Nitrobakterien erfolgen könne, da diese Organismen nach seinen experimentellen Untersuchungen eine außerordentlich geringe Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung besäßen. Er schreibt: „Il n'existe pas, à ce que je sache, d'indications si l'eau de mer, puisée loin de la terre, contient des microbes nitrificateurs. Quant à leur propagation par d'autres voies, elle doit être assez restreinte, car le microbe est très-sensible à la dessication".

In einer späteren Abhandlung schreibt derselbe Autor[2]): „Ob das Meer die Verbreitung eines Nitritbildners begrenzen kann, weiß man noch nicht, denn man verfügt noch nicht über Beobachtungen darüber, ob diese Mikroben im Meerwasser verbreitet und wie lange sie darin lebensfähig sind.

Überhaupt sind genaue Beobachtungen über die Verbreitung dieser Mikroben in natürlichen Substraten, besonders in Gewässern, sehr spärlich. Quantitative Beobachtungen fehlen noch vollständig."

Tatsächlich lagen, als Winogradsky diese Zeilen schrieb, erst von Vernon und Brandt einige kurze Angaben über das Vorkommen der fraglichen Bakterien im Meer vor.

Was die Mitteilungen Vernon's[3]) betrifft, so scheinen mir dessen Feststellungen nicht einwandfrei zu sein (vgl. auch Nathansohn[6]), S. 366).

Die einzigen positiven Angaben über das Vorkommen der Nitrobakterien im Salzwasser stammen von Brandt[4]). In seiner Abhandlung „Über den Stoffwechsel im Meere II" weist er das Vorkommen nitrifizierender Bakterien in Bodenproben von verschiedenen Stellen der Kieler Föhrde nach. Es war zu beobachten, daß ammoniakhaltige Nährlösungen, die mit Schlickproben von Bellevue und Boje „D" beimpft waren, nach einiger Zeit auf Zusatz von Diphenylamin-Schwefelsäure Blaufärbung ergaben. Übertrug man eine Spur dieser oxydierten Zuchtflüssigkeiten in sterile Nährlösungen, so konnten in diesen nach einiger Zeit salpeter- oder salpetrigsaure Salze mit Diphenylamin-Schwefelsäure nachgewiesen werden.

Sonstige Mitteilungen über diesen Gegenstand, die sich in der Literatur vorfinden, berichten nur über negative Befunde. Auch hier handelt es sich wie bei Brandt um Küstengebiete. Gran hat diese Verhältnisse an der norwegischen Küste untersucht und Nathansohn beschränkte seine Forschungen auf den Golf von Neapel. Gran[5]) stellt das vollständige Fehlen der nitrifizierenden Bakterien in den durchforschten Küstengebieten fest. Zu denselben Ergebnissen gelangt Nathansohn[6]) für den Golf von Neapel. Nähere Angaben über diese Untersuchungen sind in seiner Abhandlung „Über die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere" zu finden.

In dieser Schrift greift Nathansohn auf die eben angeführte Arbeit Brandt's zurück und glaubt auf Grund umfangreicher eigener Untersuchungen, die er in Neapel anstellte, mit Bestimmtheit das Fehlen der nitrifizierenden Bakterien im Golf von Neapel annehmen zu müssen. Er weist an dieser Stelle noch auf die ebenfalls negativen Ergebnisse Gran's bei dessen Untersuchungen an der norwegischen Küste hin und zieht daraus den Schluß, daß die Nitrobakterien im Meere normaler Weise nicht vorkommen. In bezug auf die Kieler Föhrde führt Nathansohn aus, daß dieses Meeresgebiet durch große Landnähe und schwachen Salzgehalt stark beeinflußt sei, daß daher positive Ergebnisse, wie Brandt sie fand, wenig beweiskräftig seien für die Verbreitung nitrifizierender Bakterien im offenen Meere.

---

[1]) Literaturangaben am Schluß der Arbeit.

Auch Gazert[7]), der bakteriologische Untersuchungen an Bord des „Gauß" vornahm, konnte in dem untersuchten Material aus dem offenen Meere keine Salpeterbildner auffinden; doch sieht er in der von ihm benutzten Methode die Ursache seiner negativen Befunde. Er schreibt darüber: „Ich bediente mich der von Brandt bezw. Baur angegebenen Nährböden; doch ist der kulturelle Nachweis der nitrifizierenden Bakterien, d. h. der Salpeterbildner, mir nicht gelungen; das liegt sicher nicht daran, daß keine vorhanden sind, sondern vielmehr an der benutzten Methode."

Zunächst bestand meine Absicht, die Beobachtungen auf die Kieler Föhrde resp. die Ostsee zu beschränken; doch machte es die eben angeführte Arbeit Nathansohn's wünschenswert, die fraglichen Verhältnisse auch in anderen Gebieten zu untersuchen. Durch Vermittlung des Herrn Prof. Paul Mayer erhielt ich Schlickproben aus Neapel. Von dort sind zu verschiedenen Terminen im Juni und Ende Oktober 1906 je vier Mudproben aus verschiedenen Tiefen an mich gelangt, deren völlig übereinstimmende Ergebnisse sich gegenseitig in einwandfreier Weise ergänzten. Außerdem sandte mir Herr Prof. Kuckuck eine Schlammprobe aus der Fahrrinne bei Helgoland.

Dem heimischen Salzwasserbecken, der Kieler Bucht, sind naturgemäß die Mehrzahl der untersuchten Grundproben entnommen worden. Vom Innenhafen bis zur Außenföhrde (Glockenboje) wurden Bodenproben aus Tiefen von 0 bis 20 m auf das Vorhandensein von Nitrobakterien untersucht. Für die Impfung von Kontrollkulturen wurden aus zwei Süßwasserbecken der Umgebung Kiels, dem Schreventeich und dem Schulensee, Grundproben entnommen. Dem gleichen Zweck dienten Erdproben vom Komposthaufen des botanischen Gartens und Sandproben vom Strande zwischen Friedrichsort und Schilksee.

Auf das Vorkommen der Nitrobakterien wurden ferner frische Algen der Kieler Bucht, lebendes und abgestorbenes Seegras, Planktonproben und frisch geschöpftes Seewasser untersucht.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind in den folgenden Abschnitten mitgeteilt. Zahlenmäßige Angaben und Belege finden sich in den beigefügten Tabellen.

Kulturmethoden und Reagenzien.

Als Nährlösung für den Nitritbildner wurde die bewährte Winogradsky'sche Nährlösung benutzt. [Zusammensetzung: Ammoniumsulfat 2—2,5 g, Dikaliumphosphat 1 g, Magnesiumsulfat 0,5 g, Chlorcalcium Spuren, dest. Wasser 1 l.] Zur Kultur der Nitratbildner diente ebenfalls die betreffende Nährlösung nach Winogradsky. [Zusammensetzung: Natriumnitrit 1 g, Dikaliumphosphat 0,5 g, Magnesiumsulfat 0,3 g, Natriumchlorid 0,5 g, $FeSO_4$ 0,4 g, destill. Wasser 1 l.] Statt des dest. Wassers verwandte ich für das Impfmaterial aus der Ostsee entweder Ostseewasser oder eine 1,5 bis 2prozentige Seesalzlösung. Das Impfmaterial aus der Nordsee (Helgoland) und aus dem Golf von Neapel wurde dagegen in einer 3,0 bis 3,7prozentigen Seesalzlösung angesetzt. Sämtliche Nährsalze stammten von Kahlbaum. Bei den mit Seesalz angesetzten Kulturen fand das im Handel erhältliche Verwendung.

Ich beschickte Erlenmeyer-Kolben mit der Kulturflüssigkeit, die durchschnittlich 1 cm hoch den Boden bedeckte. Basisch kohlensaure Magnesia wurde im Überschuß zugefügt und bildete einen Belag von etwa 2 mm Stärke. Handelte es sich um Kulturreihen, die miteinander verglichen werden sollten, so verwandte ich tunlichst Kolben von gleicher Gestalt und gleichem Rauminhalt, um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten.

Vor der Impfung wurden die Kulturgefäße mit den fertigen Nährlösungen 15 Minuten lang im Autoklaven bei 120° sterilisiert. Für quantitative Untersuchungen der Oxydationsenergie des Nitritbildners ist dieses Verfahren bekanntlich nicht zulässig, da aus dem gelösten Ammoniumsulfat beim Erhitzen durch das zugefügte Magnesiumkarbonat Ammoniak in die Luft entweicht. Doch ergaben die Kulturgefäße nach erfolgter Sterilisation noch stets eine tiefgelbe Ammoniakreaktion, so daß der Prozeß der Nitritbildung und das allmähliche Verschwinden des Ammoniumsulfats gut beobachtet werden konnte. Für quantitative Bestimmung des verbrauchten Ammoniumsulfats ist jedoch das für sich sterilisierte, schwefelsaure Ammoniak direkt vor der Impfung den fertigen Nährlösungen in berechneter Menge zuzusetzen, wie dies auch Winogradsky angibt. Bei diesem Verfahren ist ein teilweises Freiwerden des Ammoniaks ausgeschlossen, da nachträglich keine Erhitzung stattfindet.

Als Impfmenge dienten 1 bis 4 Platinösen Substanz. Bei den letzten Kulturen sind größere Mengen (bis zu 2 ccm) verwandt worden, wie aus den Tabellen hervorgeht. Dies hatte einen etwas schnelleren Verlauf des Nitrifikationsprozesses zur Folge, da durch die verstärkte Impfung mehr Bakterien in die Nährlösung gelangten, vielleicht auch natürlichere Bedingungen im Kolben hergestellt wurden.

Zur chemischen Prüfung der Nitrifikationsprozesse wurden die von Winogradsky empfohlenen Reagenzien verwandt. Zur Untersuchung auf Ammoniak wurde Nessler's Reagens benutzt, auf Nitrite das Reagens von Trommsdorff. [Zinkjodidstärkelösung.] Zur Prüfung der Kulturen auf Nitrate diente Diphenylamin-Schwefelsäure (nach Zerstörung des Nitrits durch Aufkochen mit Harnstoff in saurer Lösung). Für den Gebrauch wurden diese Reagenzien in kleine, weiße Porzellannäpfchen gegossen. Mit steriler Platinöse entnahm man der Nährlösung einen Tropfen und berührte damit die Oberfläche der Indikatoren. War Ammoniak vorhanden, so ergab das Nessler'sche Reagens einen hellgelben bis gelbbraunen Fleck, je nach der Konzentration dieses Stoffes; auf Nitrite reagiert die Zinkjodidstärkelösung nach Trommsdorff mit tiefblauer Farbe, die sich bei reichlich Nitrit in kurzer Zeit im ganzen Näpfchen verbreitet. Diphenylamin-Schwefelsäure fand dort Verwendung, wo nitrithaltige Nährlösungen ihr Nitrit verloren hatten und keine Färbung nach Trommsdorff ergaben. Nitrate machten sich dann in der Diphenylamin-Schwefelsäure durch dunkelblaue Färbung bemerkbar. In Fällen, wo Nitrit noch vorhanden war, Nitrat jedoch vermutet wurde, zerstörte man ersteres, indem 2 bis 3 ccm der Kulturflüssigkeit mit Schwefelsäure schwach angesäuert wurden. Nach Zusatz von Harnstoff wurde aufgekocht. Durch diese Behandlung war das Nitrit zerstört, Nitrate konnten dann mit Diphenylamin-Schwefelsäure nachgewiesen werden.

Die Prüfung der Kulturen fand tunlichst alle 3 bis 4 Tage statt; nur bei den Kulturen, die während der akademischen Ferien stehen blieben, konnte dies nicht innegehalten werden. Hier fand eine Untersuchung zuweilen erst nach Monaten statt, wenn der Nitrifikationsprozeß schon seit längerer Zeit beendet war. Näheres hierüber ist bei den betreffenden Tabellen vermerkt. Bei der Reaktion auf Nitrite ging die Färbung in 2 bis 6 Tagen von blaßblau in dunkelblau über, wenn die Nitrifikation eingesetzt hatte. Als erste starke Nitritreaktion ist stets das erste Auftreten einer intensiven Bläuung bezeichnet worden.

War eine größere Anzahl Kolben, welche alle dieselbe Nährlösung enthielten, mit dem gleichen Material beimpft worden, so konnte man beobachten, daß die betreffende Reaktion in allen Kulturen fast gleichzeitig eintrat. Besonders gut läßt sich das bei den Neapler Sendungen verfolgen. Es hängt dies natürlich von der möglichsten Gleichheit aller Faktoren ab. Deshalb ist stets auf gleiche Temperatur, gleiche Quantität des Impfmaterials und der Nährlösung geachtet worden.

Vorkommen und Verbreitung der Nitrobakterien im Meere.

In der Praxis der Salpetergewinnung hatte sich schon seit Jahrhunderten gezeigt, daß die Nitrifikation im Erdboden erst mit der Salpeterbildung ihr Ende erreicht hat. Das Auftreten von salpetrigsauren Salzen in nitrifizierenden Flüssigkeiten wurde daher zunächst als eine, durch ungünstige Bedingungen verursachte, unvollständige Oxydation des Ammoniaks aufgefaßt. Erst allmählich brach sich die Anschauung Bahn, daß Nitrit- und Salpeterbildung zwei getrennte Prozesse sind, die vollständig unabhängig voneinander verlaufen können und durch zwei verschiedene Organismen hervorgerufen werden.

Winogradsky war es, der die Lebensbedingungen jener zwei Bakterienspezies in exakter Weise feststellte und nach seinen grundlegenden Arbeiten beherrscht man jetzt den Nitrifikationsprozeß im Laboratorium vollkommen. Während die Oxydation der Ammoniumsalze im Erdboden durch gleichzeitige Wirksamkeit beider Bakterienarten immer bis zur Salpeterbildung fortschreitet und hier nur geringe Mengen von Nitriten vorübergehend gebildet werden, ist es unter künstlichen Bedingungen, wie sie in der Nährlösung vorliegen, anders. Hier setzt zuerst Nitrosomonas mit seiner Tätigkeit ein, erst wenn durch ihn alles Ammoniumsulfat in Nitrit umgewandelt ist, beginnt Nitrobakter die Oxydation der salpetrigsauren Salze; da seine Vermehrung durch die Ammoniumverbindungen, welche in der alkalischen Kulturflüssigkeit vorhanden waren, stark gehemmt wurde.

Im Interesse einer übersichtlichen Darstellung meiner Ergebnisse möchte ich die Erreger dieser beiden Phasen des Oxydationsvorganges auch gesondert betrachten und vorerst die Verbreitung des Nitritbildners schildern. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß im Salzwasser jene beiden Spaltpilze nicht immer miteinander vergesellschaftet vorkommen, wie dies im Ackerboden der Fall ist.

I. Nitritbildner.

Ich berichte zunächst über die Versuche, die mit festsitzenden und Planktonalgen als Impfmaterial angestellt wurden. Es war nicht ausgeschlossen, daß die Nitrobakterien auf der schleimigen Oberfläche mancher Algen heimisch waren, wie dies für Azotobakter nachgewiesen ist. Für die Kulturen wurden folgende Algen benutzt: *Fucus vesiculosus, Fucus serratus, Delesseria sanguinea, Fostigiaria furcellata, Laminaria saccharina* und *Ceramium rubrum*. Die Algen stammten von verschiedenen Stellen der Kieler Bucht, die Mehrzahl derselben wurde auf einer vom botanischen Institut Anfang August 1906 unternommenen Exkursion gesammelt. Diese Pflanzen wuchsen auf einer unterseeischen Landzunge (Strander Grasberg) bei Boje „C" in etwa 16 m Tiefe. Von den Algen wurden zunächst kleine Thallusstücke mit einem sterilen Skalpell herausgeschnitten und in die Erlenmeyer-Kolben gebracht. Um möglichst wenig organische Substanz in die Nährlösungen zu bringen, benutzte ich für einige Kulturen nur den zähen Schleim, der den großen Thallus von *Laminaria saccharina* überzieht, zur Impfung. Dieser läßt sich leicht mit einem Skalpell vom festen Thallusgewebe abkratzen.

Selbst nach mehreren Monaten war in keinem Kolben das Auftreten von nitritbildenden Bakterien nachweisbar. In den ammoniakalischen Nährlösungen ließ sich niemals eine Umwandlung des Ammoniaks in Nitrit feststellen.

Ebenso ergebnislos blieben die Versuche in Planktonproben Nitritbakterien aufzufinden. Zu den sterilisierten Nährlösungen wurde eine Probe des unter allen Kautelen gewonnenen Planktons zugesetzt; doch konnte auch nach Monaten keine Nitritbildung beobachtet werden, während stets Ammoniakreaktion vorhanden war. Das Plankton stammte von verschiedenen Punkten der Kieler Föhrde. Außerdem verfügte ich über einige Kulturen, die mit Plankton beimpft waren, welches im Europ. Nordmeer*) gefischt und an Ort und Stelle in die sterilen Kolben eingetragen war. Auch in diesen Kulturen fand keine Oxydation des Ammoniaks statt.

Negative Befunde erhielt ich auch, falls zur Impfung der sterilisierten Nährlösung einige ccm frischen Seewassers verwandt wurden, das wenige Stunden vorher in der Außenföhrde geschöpft war. Wenn man frisches Seewasser mit Nährsalzen in passendem Verhältnis versetzte und die damit beschickten Kolben ohne jede Sterilisation im Wärmeschrank bis 28° C oder bei Zimmertemperatur aufbewahrte, konnte in keinem Falle Nitritbildung festgestellt werden.

Da alle erwähnten Versuchsanstellungen ergebnislos verliefen, so ist es nicht erforderlich, Tabellen darüber mitzuteilen; doch soll auf den mutmaßlichen Grund des Fehlens der Bakterien später eingegangen werden.

Eine Phanerogame des Salzwassers *Zostera marina* wurde auf das Vorhandensein von Nitritbakterien untersucht. Benutzte man zur Impfung einige grüne Blattstückchen der lebenden Pflanze, so zeigte sich in keiner Nährlösung Bildung von Nitrit aus Ammoniak. Die Kulturflüssigkeit blieb unverändert. Auch mit abgestorbenem Seegras, das jenseits der Grenze des lebenden anzufinden ist und dort dicht über dem Grunde in größeren Ansammlungen umhertreibt, wurden Kulturen angesetzt, die erfolglos blieben. Nur auf angeschwemmtem Seegras gelang es mir, den Nitritbildner aufzufinden. Ich benutzte dazu einige Proben fast völlig verfaulten Seegrases, wie es durch die Wellen in kleinen Ballen ans Land gespült wird. Diese sind am Sandstrande zwischen Friedrichsort und Schilksee in feuchtem Zustande gesammelt worden. Einige Blätter davon wurden in Kolben mit ammoniakhaltiger Nährlösung eingebracht. Nach 30 Tagen befand sich in den Kulturen kein Ammoniumsulfat mehr, dagegen war viel Nitrit vorhanden. Da weder an lebendem noch an abgestorbenem Seegras, das aus dem Wasser gefischt war, Nitritbildner gefunden wurden, so ist diese Beobachtung um so interessanter. Wahrscheinlich sind die Organismen erst vom Grunde

*) Herr Marine-Assistenzarzt Dr. Schütze hatte die Güte, die Beimpfung für mich vorzunehmen. Ort: I. 63° 38′ n. Br. 4° 1′ östl. Länge; II. 63° 15′ n. Br. 4° 40′ östl. Länge. Zeit: 4. 8. 06.

oder vom Festlande auf die abgestorbenen Pflanzen gelangt, da sie im Seewasser nach den erhaltenen Resultaten nicht vorhanden sind.

Zu diesen negativen Befunden stehen die Ergebnisse der mit Grundproben angesetzten Kulturen in ausgesprochenem Gegensatz. Zur Gewinnung des Materials aus der Föhrde bediente ich mich der Schlammröhre. Diese besteht aus einem eisernen Hohlcylinder von 30 cm Länge und $^1/_2$ cm Wandstärke, der an einem Ende offen ist. Hier befindet sich auch die Öse für das Schlepptau. Der Durchmesser des Rohrlumens beträgt 4 cm. Bei langsamer Fahrt wird die Röhre mit der Mündung nach vorne auf dem Grunde hingezogen. In das offene Ende dringt dabei etwas Schlick von der Bodenfläche und füllt die Röhre an. Nach dem Heraufziehen wurde der Mud sofort in sterilisierte, mit Watte verschlossene Kolben gefüllt. Man hat bei der Schlammröhre die Gewähr, daß der Schlick von der Oberfläche des Grundes stammt und nicht aus den sauerstoffarmen, tieferen Schichten.

In gleicher Weise wurden auch die Proben aus den süßen Gewässern (Schulensee, Schreventeich) entnommen. Hier wurde der grünlich-graue Schlick, der die tiefsten Stellen dieser Wasserbecken bedeckt, zur Impfung benutzt, während aus der Föhrde nicht nur Mud, sondern auch tonige und sandige Proben zur Impfung verwandt worden sind. Mit der Platinöse oder der Spitze eines sterilen Skalpells wurde die Grundprobe in die fertigen Nährlösungen gebracht. Vom Strande bei Friedrichsort sind aus 10 cm Tiefe mit dem Spatel Sandproben entnommen worden. Ebenso erhielt ich die Erdproben vom Komposthaufen des botanischen Gartens, mit denen eine größere Anzahl Kontrollkolben beimpft worden sind.

Auf Grund sehr zahlreicher Versuche, die zum Teil in den Tabellen wiedergegeben sind, habe ich die Überzeugung gewonnen, daß sich Nitrosomonas in allen untersuchten Grundproben vorfindet. Regelmäßig trat nach Verlauf einer gewissen Zeit, die nach der Herkunft und Menge des Impfmaterials, nach der Temperatur des Standortes der Kolben usw. sehr schwanken konnte, in den ammoniakhaltigen Kulturen ein Verschwinden des Ammoniaks und Nitritreaktion ein. Wurde neues Ammoniumsulfat in Form von einigen Tropfen einer 10prozentigen Lösung zugesetzt, so war auch dieses nach kurzer Zeit in Nitrit verwandelt, und durch häufige mikroskopische Untersuchung konnte das Vorhandensein des Nitritbildners in den Kulturen festgestellt werden. Näheres darüber findet sich in dem Abschnitt über die Morphologie.

In gleicher Weise verhielten sich die Nährlösungen, die mit den Grundproben aus Neapel und der Fahrrinne bei Helgoland beimpft waren. Überall konnte auch hier die Abhängigkeit der Intensität des Nitrifikationsprozesses von Temperatur und Seesalzgehalt konstatiert werden, die für die organische Natur dieses Vorganges so charakteristisch sind.

Ein einziges Mal wurde ein Fehlen des Nitritbildners in zwei Grundproben beobachtet. Es handelte sich um Material, das mir durch Herrn Professor Lohmann übermittelt war. Während sonst der Schlick stets mit der Schlammröhre gefischt wurde, war hier die Bodensonde zur Anwendung gelangt. Ich erhielt zwei cylindrische Schlammstücke in sterilisierten Gläsern und muß vermuten, daß diese Mudproben nicht der Oberfläche sondern einer tieferen Schicht entstammten, die den Nitritbildnern durch Sauerstoffmangel keine Lebensbedingungen bietet. Mit dem eben erwähnten Material waren 12 Erlenmeyer-Kolben von gleicher Größe beschickt worden. Die Hälfte der Kulturen stand im Wärmeschrank bei 28° C. Im Laufe von einem Monat zeigte nur einer der bei 28° C. stehenden Kolben ein Verschwinden des Ammoniaks und das Auftreten einer starken Nitritreaktion. Die übrigen Kulturen blieben auch bei fernerer Beobachtung ohne Nitrit. Sonst sind mit allen verwandten Bodenproben nur positive Befunde erhalten worden.

II. Nitratbildner.

Wie ich hervorheben möchte, habe ich zunächst nur den Nitritbildner in den Grundproben auffinden können, während der Nitratbildner vollständig zu fehlen schien.

Auffallend war schon, daß ammoniakhaltige Kulturen, die das Ammoniumsulfat vollständig in Nitrit verwandelt hatten, selbst nach wochenlangem Stehen eine tiefschwarze Nitritreaktion behielten. Das Nitrit blieb auch in den Fällen vorhanden, wo der Kolben nach vollendeter Nitritbildung nicht wieder mit einigen Tropfen Ammoniumsulfat versehen wurde, um die Nährlösung mit Nitrosomonas anzureichern. Es wäre sehr wohl denkbar gewesen, daß Nitrobakter durch das lange Verweilen in der ammoniakalischen Kultur-

flüssigkeit abgestorben wäre; dem widersprach jedoch die Tatsache, daß gleiche Nährlösungen, die als Impfmaterial nicht Schlick, sondern Erde vom Komposthaufen enthielten, häufig bei günstiger Temperatur in wenigen Tagen das gebildete Nitrit vollständig in Nitrat umwandelten, falls die Zugabe von Ammoniumsulfat einige Tage lang unterblieben war.

Da die Schlickkulturen gegenüber den Kompostkulturen relativ lange Zeit gebrauchten, bevor kräftige Nitrifikation eintrat, so konnte in den Seesalzlösungen der Nitratbildner vielleicht durch die längere Hemmung abgetötet werden, während er die kürzere Ruheperiode in den Festlandskulturen noch ertragen konnte. Um über diese Fragen Klarheit zu schaffen, wurden bei späteren Impfungen mit Schlick nicht nur ammoniakhaltige Nährlosungen verwandt, sondern gleichzeitig sind die Grundproben in nitrithaltige Zuchtflüssigkeiten gebracht worden. Doch auch in diesen Kulturen trat bei den ersten Versuchsreihen niemals Nitrat auf, die tiefschwarze Nitritreaktion nach Trommsdorff hatte selbst nach Monaten ihre alte Stärke.

Ebenso zeigte sich in den Nährlösungen, die mit Seegras, Algen, Plankton oder Seewasser aus der Föhrde angesetzt waren, nirgends die Bildung von Nitrat. Nur Kolben, die als Impfmaterial das schon erwähnte, angeschwemmte Seegras enthielten, hatten nach 24 Tagen ihr Nitrit vollständig in Nitrat umgewandelt. [s. Tabellen 11 und 12.]

Das Vorkommen des Nitratbildners im Salzwasser wurde zuerst in dem Neapler Material bemerkt. Auch hier schien Nitrobakter abwesend zu sein. Fast zwei Monate (58 Tage) waren verflossen, bis plötzlich alle Kulturen aus 20 m Tiefe (500 m vom Lande) keine Nitritreaktion mehr ergaben; dagegen eine äußerst starke Bläuung mit Diphenylamin. Wurden einige Tropfen einer 10 prozentigen Natriumnitritlösung diesen Kulturen zugefügt, so war in wenigen Tagen auch hier wieder die Nitritreaktion verschwunden, während die tiefe Blaufärbung mit Diphenylamin anhielt. Merkwürdigerweise zeigte sich in den übrigen 9 Kolben nichts, die Nitritreaktion blieb in gleicher Stärke erhalten und als nach 105 Tagen die Nährlösungen nach Piccini untersucht wurden, konnte kein Nitrat festgestellt werden. [s. Tabelle 19.]

Ihre Bestätigung fanden diese Befunde durch Kulturen aus der Kieler Föhrde. Im Hafen waren mehrere Grundproben in großer Nähe des Landes entnommen und diese enthielten beide Nitrobakterienspezies. [s. Tabelle 15.]

Bei den ersten Impfungen mit Ostseeschlick hatte ich mich stets bemüht, die Bodenproben möglichst weit vom Ufer zu entnehmen, um Infektion durch eingeschwemmte Festlandsorganismen auszuschließen. Es konnte sich allerdings in der Außenföhrde stets nur um relativ geringe Entfernungen vom Ufer und um eng begrenzte Tiefen handeln; doch scheint der Nitratbildner tatsächlich mehr als 500 m vom Lande nicht vorhanden zu sein. Wenigstens habe ich bei zahlreichen Versuchsanstellungen diesen Eindruck gewonnen, der auch mit den Neapler Ergebnissen in Einklang steht. Es war mir leider nicht möglich, aus der Nordsee bei Helgoland noch einmal Material aus verschiedenen Entfernungen vom Ufer zu erhalten, um auch hier diese Verhältnisse zu untersuchen. Dies würde die Aufgabe einer späteren Arbeit sein, die auch festzustellen hätte, wie weit sich die Verbreitung der Nitrobakterien ins Meer hinein erstreckt. Theoretisch stände der allgemeinen Verbreitung des Nitritbildners in den großen Meeren nichts im Wege, denn er hat sich im Golf von Neapel an den Seesalzgehalt von 3—3,5% und an die Tiefe von 100 m vollkommen angepaßt; ob sich sein Vorkommen nicht nur auf Küstengewässer beschränkt, ist eine Frage, die noch der experimentellen Lösung harrt.

Alle bis jetzt erwähnten Versuchsanstellungen verfolgten den Zweck, das Vorkommen der Nitrobakterien im Salzwasser festzustellen und, falls möglich, die von ihnen bewohnten Örtlichkeiten enger zu umgrenzen.

Überblickt man unter diesem Gesichtspunkt alle Ergebnisse, so fällt die Tatsache auf, daß nur die Grundproben in allen Fällen eine oder selbst beide Spezies der nitrifizierenden Organismen enthielten, während sie im Seewasser und auf den untersuchten Pflanzen aus der Kieler Bucht vollständig fehlten. Daraus darf man schließen, daß der Meeresboden diesen Spaltpilzen bessere Lebensbedingungen bietet, als die eben erwähnten anderen Medien. In den folgenden Zeilen möchte ich eine Begründung dieser Annahme versuchen.

Trotzdem die Nitrobakterien relativ niedrige Ansprüche an die Nährlösung stellen, werden die außerordentlich geringen Mengen von Ammoniumverbindungen, die im Seewasser vorhanden sind, wohl

nicht genügen, um ihnen ein zahlreiches Vorkommen zu ermöglichen. Auch auf den lebenden Pflanzen und auf dem Plankton stehen den Bakterien nur die Salze des umgebenden Meerwassers zur Verfügung, da sie bekanntlich keine organischen Stoffe verwerten können, sondern diese als Gifte empfinden. Es ist jetzt leicht verständlich, daß sie sich dort ebensowenig wie im Wasser vorfinden, weil ihnen ihre Energiequelle, das Ammoniak, fehlt. Dagegen bietet ihnen der Schlick günstigere Lebensbedingungen, die dem Ackerboden, in dem ihre Tätigkeit zuerst beobachtet wurde, weit mehr entsprechen. Wie auf dem Festlande faulen auch hier ständig Reste tierischer und pflanzlicher Organismen, deren Leichen aus höheren Wasserschichten herabgesunken sind. Dieser Fäulnisprozeß liefert stets neue Mengen von Ammoniumverbindungen, die der Oxydation des Nitritbildners anheimfallen können.

Diese Ausführungen zeigen, daß man auf das Vorkommen von Nitritbakterien im Seewasser, sei es in der Nähe der Küste, sei es in der Hochsee, nur da rechnen darf, wo ihnen genügende Mengen von Ammoniumverbindungen zur Verfügung stehen. Während ich in diesem Punkte mich den gleichsinnigen Ausführungen Nathansohn's anschließe, bin ich doch in der Frage nach dem Vorkommen der Nitrobakterien auf dem Meeresgrunde zum gerade entgegengesetzten Resultate gelangt, als dieser Forscher.

Wie einleitend erwähnt, glaubt Nathansohn auf Grund seiner Untersuchungen das Fehlen der nitrifizierenden Bakterien im Golf von Neapel nachgewiesen zu haben. Er schreibt: „Ich impfte mit Wasser oder Schlamm aus den verschiedensten Teilen des Golfes, konnte aber niemals das Eintreten der Salpeterreaktion auch bei wochenlangem Stehen beobachten." Um den Widerspruch meiner positiven Befunde gegenüber den Nathansohn'schen negativen Resultaten aufzuhellen, habe ich auch mit der von ihm benutzten Nährlösung einige Kulturreihen angesetzt. Auf Grund dieser Versuche halte ich diese Kulturflüssigkeit für die Ursache seiner negativen Befunde. Nathansohn's Zuchtflüssigkeit hat nämlich wegen ihrer unvollkommenen Zusammensetzung [Seewasser, 0,01—1 % NH_4Cl, $MgCO_3$ im Überschuß] eine weit weniger günstige Wirkung als die Winogradsky'sche Nährlösung. Es ist kaum anzunehmen, daß die fehlenden Phosphorsalze im Impfschlick und im Seewasser in ausreichender Menge vorhanden sind. Daher gebrauchten z. B. die Neapler Kulturen, die ich mit der Nathansohn'schen Nährlösung ansetzte, unter sonst vollkommen gleichen Bedingungen (Temperatur, Beleuchtung, Impfmaterial) fast die doppelte Zeit, als die Kulturen nach Winogradsky, ehe eine starke Nitritreaktion eintrat. Ähnlich wirkte diese Nährlösung, falls Komposterde als Impfmaterial benutzt wurde. Während die Winogradsky'schen Kulturen das Ammoniumsulfat durch die Tätigkeit von Nitrosomonas und Nitrobakter vollständig in Nitrat verwandelt hatten, war in den Kolben mit Nathansohn'scher Kulturflüssigkeit noch überall Ammoniak vorhanden und nur Nitrit gebildet worden. Nähere Angaben über die Versuchsergebnisse finden sich in den Tabellen 14, 20, 1.

Vielleicht hat Nathansohn die Schlammkulturen nicht lange genug beobachtet, vielleicht haben auch ungünstige Temperaturverhältnisse den Oxydationsprozeß noch mehr verzögert.

Morphologie des Nitritbildners.

Diese Beobachtungen über die Morphologie des Nitritbildners aus dem Salzwasser sind an Schlickreinkulturen gemacht worden. Der Schlick stammte aus der Kieler Förde und war Anfang März 1906 zwischen Möltenort und Friedrichsort in etwa 10 m Tiefe gefischt worden. Zur Impfung jedes Kolbens wurden zwei Platinösen von diesem Material genommen. Im Schlick ließ sich durch das Reagens von Trommsdorff kein Nitrit nachweisen. Die beimpften Kolben wurden in Zwischenräumen von 3—4 Tagen auf Nitritbildung nach Trommsdorff und auf Ammoniakverbrauch nach Neßler untersucht. Nachdem das zugesetzte Ammoniumsulfat aus den Nährlösungen verschwunden war, wurde die Vermehrung des Nitritbildners durch wiederholte Gaben einiger Tropfen 10prozentiger steriler Ammoniumsulfatlösung in den Kulturgefäßen gefördert. Nach mehrmaliger Überimpfung dieser Rohkulturen in sterile, ammoniakalische Nährlösungen, enthielten die Kolben den Nitritbildner zwar nicht rein, aber die verunreinigenden Organismen waren durch die rein mineralische Nährlösung, welche ihnen gar keinen günstigen Nährboden bot, schon sehr zurückgedrängt. Eine gut nitrifizierende Kultur wurde dann zu wiederholten Malen mit einigen Tropfen einer 10prozentigen Ammoniumsulfatlösung verstärkt und darauf zur Beimpfung von Magnesiagipsplatten nach Omeliansky benutzt.

Mit steriler Platinöse entnahm man der flüssigen Nährlösung ein Tröpfchen und breitete es auf der glatten Oberfläche der Platte in parallelen Strichen aus. Die Platte hatte etwa 1 cm Dicke und war vorher in der Petri-Schale 15 Minuten bei 120° sterilisiert. Die Nährlösung reichte etwa bis zur halben Höhe, wie dies Winogradsky vorschreibt. Wenn die Petri-Schalen im Wärmeschrank standen, so trat schon nach 3—4 Tagen kräftige Nitritreaktion auf. Nach 8—10 Tagen konnte man mit bloßem Auge auf den reagierenden Platten gelbe Flecke erkennen, die bei genauerer Betrachtung mit dem Präpariermikroskop sich auf den Impfstrichen zeigten. Mit der Platinnadel wurde einer dieser Flecke abgehoben und mit Jodjodkalium behandelt. Er erwies sich unter dem Mikroskop als ein einheitlicher Haufen von rundlich-ovalen Zellen.

In anderen Präparaten zeigten sich diese Organismen vielfach wurstförmig verlängert oder bisquitförmig eingeschnürt.

Beimpfte man die Magnesiagipsplatten direkt mit einer kleinen Kolonie, indem ein gelbes Fleckchen mit der Platinnadel auf einer sterilen Platte ausgestrichen wurde, so traten die Impfstriche schon nach 4—5 Tagen auf, und die in der Petri-Schale befindliche Nährlösung gab nach 2—3 Tagen eine starke Nitritreaktion. Von einer solchen Platte wurde eine größere Anzahl steriler Kolben beimpft, die dann ständig der mikroskopischen Untersuchung unterworfen wurden. Auf diese Weise gelang es, in einigen Kolben den Nitritbildner rein zu erhalten, dessen Morphologie jetzt geschildert werden soll.

Wird eine ammoniakhaltige Nährlösung beobachtet, die mit einer gut nitrifizierenden Kultur beimpft worden ist, so bemerkt man zunächst äußerlich nichts. Die Flüssigkeit bleibt vollkommen klar. Nach 4—5 Tagen zeigt die Nährlösung die erste starke Nitritreaktion. Entnimmt man jetzt der oberen Flüssigkeitsschicht einen Tropfen, so ergibt sich bei mikroskopischer Untersuchung, daß er keine Bakterien enthält. Außer ganz unbedeutenden anorganischen Verunreinigungen ist in ihm bei Jodjodkaliumfärbung überhaupt nichts zu erkennen. Dagegen zeigt ein aus dem Bodensatze stammendes Präparat ein ganz anderes Bild. Selten sind isolierte Zellen zu beobachten; häufiger zeigen sich jedoch kleine, festumrandete Zooglöen, die schätzungsweise 8—32 Kokken enthalten und maulbeerförmige Gestalt haben, bei der die Kokken die kleinen Teilbeerchen bilden. Zu dieser Zeit gibt die Kultur noch eine starke Ammonikreaktion. Untersucht man nach einigen Tagen den Bodensatz, so ist eine Vermehrung und Vergrößerung der Zooglöen wahrzunehmen. Nach 8—12 Tagen verbreitet sich eine Trübung in der ganzen Flüssigkeit; doch bleibt sie sehr schwach, so daß sie erst bei aufmerksamer Betrachtung sichtbar wird. Die Reaktion auf Ammoniak nach Neßler gibt zu dieser Zeit nur noch schwache Gelbfärbung. Eine Untersuchnng der Magnesiaschicht zeigt, daß sich die Bakterien im ganzen Bodensatz verteilt vorfinden. Die eigenartige Wachstumsform der Kokken in Zooglöen ist nicht mehr anzutreffen. Anstatt der scharf umgrenzten, runden Zooglöen, deren Zellen ohne Zwischenraum aneinander stießen, kommen jetzt zahlreiche einzelne Zellchen zwischen den Magnesiasplitterchen vor. Magnesiateilchen scheinen das Substrat zu sein, auf dem diese Organismen leben. Die Bakterien sind nicht alle von gleicher Gestalt, sondern bald sind sie oval gestreckt, bald fast kugelig. Häufig sind auch bisquitartige Teilungsformen mit einer Einschnürung in der Mitte. Vereinzelte größere Ansammlungen im Bodensatz scheinen Zooglöen zu sein, die in Auflösung begriffen sind; denn am unregelmäßig umgrenzten Rande liegen die Zellen in losem Znsammenhang, während die Mitte der Ansammlung noch ein zooglöenartig dichtes Gefüge hat. In der oberen Flüssigkeitsschicht finden sich jetzt zahlreiche Einzelmikroben, zuweilen bemerkt man darin auch lockere Häufchen von Bakterien.

Zahlreiche Beobachtungen im hängenden Tropfen ließen auch in diesem Stadium keine Eigenbewegung der Kokken erkennen. Nur einmal konnte in einer Ostseeschlickreinkultur, die vor 10 Tagen angesetzt war, ein Schwärmen der Einzelzellen bemerkt werden. Deutlich sah man, wie sich einzelne Bakterien und auch längere Körper, die bisquitförmige Gastalt hatten, durch das Gesichtsfeld des Mikroskops bewegten. Bei den Organismen anderer Herkunft [Gartenerde, Helgoland, Golf von Neapel] ist es mir nicht gelungen, Beweglichkeit festzustellen, trotzdem Einzelbakterien zahlreich im hängenden Tropfen vorhanden waren.

Verstärkt man die Kultur fortwährend durch einige Tropfen einer 10-prozentigen Lösung von Ammoniumsulfat, so kann die schwache Trübung der Nährflüssigkeit andauern und bei mikroskopischer Untersuchung finden sich darin stets zahlreiche Einzelbakterien und Teilungsformen. Wird das Ammoniumsulfat vollständig verbraucht, so tritt nach 3—4 Tagen eine Klärung der Flüssigkeit ein. Dann findet

man im Bodensatz in unregelmäßiger Häufung gelagerte Zellen, die sich von den typischen Zooglöen scharf durch ihre unregelmäßige Umgrenzung und durch ihr lockeres Gefüge unterscheiden. Auch zahlreiche Einzelkokken liegen zerstreut zwischen den Magnesiakriställchen. Die obere klare Flüssigkeitsschicht enthält jetzt keine Bakterien mehr, wie eine erneute mikroskopische Prüfung zeigt.

Überimpft man aus einer solchen schon seit Monaten ruhenden Kultur in sterile Ammoniaknährlösungen, so dauert es selbst unter günstigsten Bedingungen stets einige Tage länger bis Nitrifikation festzustellen ist, als wenn man aus einem lebhaft nitrifizierenden Kolben überimpft. Die Oxydationsenergie der Bakterien scheint durch die lange Untätigkeit geschwächt zu sein. Versetzt man jedoch eine solche alte Kultur mit einigen Tropfen einer 10-prozentigen Ammoniumsulfatlösung, so zeigt sich schon nach 2—3 Tagen wieder die schwache Trübung und durch mikroskopische Untersuchung läßt sich feststellen, daß die Nitritbildner nicht mehr auf die Magnesiaschicht beschränkt sind, sondern sich in der ganzen Nährlösung verteilt haben. Größere Ansammlungen von Kokken sind aus dem Bodensatz verschwunden, höchstens finden sich noch kleine, lockere Bakterienhäufchen an den Magnesiateilchen. So vollzieht sich im allgemeinen die Entwicklung des Nitritbildners.

Während in allen Kulturen Zooglöen vorhanden waren, schienen in manchen Kolben die Einzelbakterien zu fehlen. Es wurden nämlich Zuchten aus dem Schlick der Kieler Föhrde beobachtet, die ausschließlich ein Wachstum in Zooglöen aufwiesen, so daß ein Bodenpräparat aus einer häufig mit Ammoniumsulfat verstärkten Kultur stets und ausschließlich große Mengen der fest umrandeten Zooglöen enthielt. Falls mit Jodjodkalium stark gefärbt wurde, konnte man die Struktur dieser Gebilde nicht erkennen, da sie vollkommen braun und undurchsichtig wurden. Zuweilen bildeten mehrere einzelne Zooglöen wieder einen Komplex. Eine große Anzahl von Organismen mußte in einer solchen Ansammlung vorhanden sein; denn der Durchmesser dieser zwar scharf umgrenzten, jedoch nicht regelmäßig runden Gebilde betrug bis zu 0,4—0,5 mm.

Zu vergleichenden Untersuchungen wurde der Nitritbildner aus Gartenerde, Nordseeschlick aus der Fahrrinne bei Helgoland und aus dem Mud des Neapler Golfes herangezogen. Reinkulturen dieser Spaltpilze verschiedener Herkunft wurden nicht angelegt, sondern man beschränkte sich darauf, einige Umimpfungen der Rohkultur in flüssige Nährlösungen zu machen, dann durch wiederholte Gaben von Ammoniumsulfat eine Kultur anzureichern und auf einer Magnesiagipsplatte ein Tröpfchen auszustreichen. Von den kleinen gelben Kolonien wurde direkt in eine Reihe steriler Kolben beimpft und diese dann zur Untersuchung benutzt. Da nur mit rein anorganischen Nährlösungen gearbeitet wurde, so war nicht zu befürchten, daß der Nitritbildner durch andere Bakterien verdrängt würde. Es zeigten sich auch stets nur winzige Kokken und Stäbchen, die die Untersuchung wenig beeinträchtigten. Die sonst überall verbreiteten Schimmelpilze waren niemals in den Kulturen, ein Beweis, welch ungünstiger Nährboden die Winogradsky'sche Nährlösung für Organismen ist, die der organischen Stoffe bedürfen. Überdies zeigt der Nitritbildner bei Jodjodkaliumfärbung so charakteristische Bilder, daß man ihn auch in einer Rohkultur leicht von anderen Spaltpilzen unterscheiden kann. Daher schließt Winogradsky[1]) eine seiner Publikationen über die Morphologie von Nitrosomonas mit folgenden Sätzen: „Nous avons terminé maintenant la morphologie d'un microbe des plus rudimentaires, dont la cellule est peu caractéristique, qui ne forme pas de spores, ne croît pas sur des milieux variés, etc. Et pourtant, l'observation de son développement nous a révélé des traits si caractéristiques, qu'il appartient désormais aux microbes les plus faciles à reconnaître qui existent."

Vergleicht man die Nitritbildner der eben genannten Örtlichkeiten mit dem in Reinzucht erhaltenen Organismus aus der Ostsee, so kann nur festgestellt werden, daß sie morphologisch vollkommen mit ihm übereinstimmen. Sie gleichen dem von Winogradsky aus Erdproben von Zürich und Gennevilliers isolierten, westeuropäischen Organismus in Größe und Form vollständig. An einzeln liegenden Kokken konnte durch Messungen ermittelt werden, daß in der Größe gar keine Differenzen vorhanden waren. Die Länge betrug 1,2—1,5 μ, die Breite etwa 0,8—1 μ. Zooglöenwachstum war bei allen Kulturen anzutreffen. Gegenüber der Kultur aus Gartenerde wiesen alle Nitritbildner, die aus Schlickproben stammten, schon in der Rohkultur weit weniger verunreinigende Organismen auf, so daß man nach erfolgter Nitrifikation den Nitritbildner sehr leicht auffinden konnte.

Morphologisch waren also keine Abweichungen unter den Bakterien aufzufinden, auch das Ammoniumsulfat wurde von allen mit annähernd gleicher Energie zu salpetrigsauren Salzen oxydiert. Es konnten also höchstens Anpassungserscheinungen der sonst vollständig gleichen Spaltpilze an die verschiedenen Medien in Frage kommen. Das glaubt auch Winogradsky für die verschiedenen Nitritbildner des Festlandes annehmen zu müssen. Durch ausgedehnte Untersuchungen hatte dieser Forscher ermittelt, daß Nitrosomonas im Zooglöenstadium widerstandsfähiger gegen Austrocknung ist als im Monadenstadium. Nun zeigte der Nitritbildner, den Winogradsky aus afrikanischen Erden isolierte, ein auffallend hartnäckiges Zooglöenwachstum. Winogradsky[1]) hielt das für eine Anpassung des Organismus an das trockene Klima Afrikas und gab seiner Vermutung in folgenden Sätzen Ausdruck: „Dans cette question de la propagation des microbes nitreux, il faut encore prendre en considération, qu'en habitant des sols et des climats différents, certaines espèces doivent acquérir certaines adaptations aux conditions purement physiques du milieu. Ceci doit avoir pour résultat qu'une espèce locale se maintient bien dans des conditions, que ne supporte pas une espèce importée. Il est permis, par exemple, de supposer que le caractère exclusivement zoogléique des microbes des terres africaines étudiées pourrait bien être une adaptation à la sécheresse du climat. Au contraire, il est clair, sans plus d'explications, que les monades sont beaucoup mieux adaptées aux conditions, qui règnent dans un sol humide et surtout en même temps riche en matière organique."

Wenn sich auch in der hier vermuteten Hinsicht keine Anpassungserscheinungen auffinden ließen, da die nitrifizierenden Organismen des Salzwassers ebenso typische Zooglöen bildeten, wie sie für die Kokken des Ackerbodens charakteristisch sind, kam für dieses Medium doch eine näherliegende Anpassung in Frage, nämlich die Gewöhnung an den Salzgehalt des Meerwassers. Bei höheren Organismen sind diese Anpassungen ja hinlänglich bekannt und makroskopisch leicht festzustellen; das zeigt ein Blick auf die Tier- und Pflanzenwelt der Nord- und Ostsee. Bei diesen bedeutet ein Schwanken des Salzgehaltes um 2—3 % vielfach schon sicheren Untergang. Für manche Bakterien liegen die Verhältnisse allerdings anders. Das zeigen z. B. die Untersuchungen[8]) von Azotobakter des Festlandes, der sich an 1- bis 8-prozentige Lösungen von Koch- und Seesalz gewöhnen konnte. Daraus durfte geschlossen werden, daß der Nitritbildner vielleicht in verschiedenen Salzkonzentrationen innerhalb gewisser Grenzen gedeihen würde, daß er aber dann wohl in denjenigen Lösungen das stärkste Wachstum besäße, die seinem natürlichen Medium möglichst ähnlich wären. Über die Ergebnisse solcher vergleichenden Kulturversuche soll einer der folgenden Abschnitte berichten.

Nitratbildner.

Da der Nitratbildner erst später aufgefunden wurde, so ist er nicht so eingehend untersucht worden. Zunächst wurde vermutet, daß der Seesalzgehalt des Meeres ihm das Leben im Schlick unmöglich mache; doch zeigten Kulturen mit 1 % und 2 % Seesalz, die mit Erde vom Komposthaufen beimpft waren, daß dies nicht die einzige Ursache seiner Abwesenheit im Salzwasser sein konnte. Gegenüber den Nährlösungen ohne Salzzusatz, verursachte der erwähnte Salzgehalt zwar Verzögerung im Oxydationsprozeß, doch wurde auch hier das Nitrit in Nitrat umgewandelt.

Als sich in den Neapler Kulturen Nitratbildung einstellte, wurden zwei Kolben wiederholt mit einigen Tropfen einer 10-prozentigen Natriumnitritlösung angereichert. Eine Platinöse dieser angereicherten Zuchtflüssigkeit wurde in einen Kolben mit steriler Nährlösung geimpft und dann im Wärmeschrank bis zum Verschwinden des Nitrits aufbewahrt. Durch wiederholtes Zufügen von Natriumnitrit erhielt ich eine an Nitratbildnern reiche, rein anorganische Nährlösung, die Nitrit lebhaft oxydierte. In gleicher Weise wurde Nitrobakter des Festlandes aus Erde vom Komposthaufen in einigen Kulturgefäßen angereichert. In Größe und Färbbarkeit zeigten sich die beiden Organismen vollkommen identisch, wahrscheinlich handelt es sich bei Nitrobakter des Salzwassers einfach um Festlandsbakterien, die vom Lande eingeschwemmt sind. Dafür spricht auch, daß nur dicht am Strande entnommene Proben diesen Mikroben enthalten, während er weiter von der Küste zu fehlen scheint.

Falls sich durch erweiterte Untersuchungen herausstellen sollte, daß diese Ergebnisse allgemeinere Gültigkeit besitzen, so wäre damit vielleicht eine Deutung gewisser Natterer'scher[9]) Resultate möglich. Dieser Forscher konnte nämlich in Wasserproben, die aus größeren Tiefen des Mittelmeeres stammten, nie Salpetersäure, sondern nur salpetrige Säure, allerdings immer in minimalen Mengen, nachweisen.

Verhalten des Nitritbildners in Seesalzlösungen.

Über den Einfluß von Natriumchlorid auf nitrifizierende Organismen sind bis jetzt von Stutzer und Hartleb[10]) einige Mitteilungen gemacht worden. Diese Autoren stellten fest, daß der Nitratbildner in seiner Oxydationsenergie durch Zusätze von 0,25 und 0,50 % Na Cl nicht beeinflußt wird. Sonst scheinen über diesen Punkt in der einschlägigen Literatur keine Angaben vorhanden zu sein. Die Nitrobakterien sind dafür um so eingehender in ihrem Verhalten organischen Nährstoffen gegenüber untersucht worden. Bei den vorliegenden Untersuchungen mußte stets mit Seesalzkonzentrationen gearbeitet werden; es lag daher nahe, diesen Verhältnissen etwas mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Da zuerst ausschließlich der Nitritbildner in den Schlickkulturen festgestellt wurde, so sind auch nur mit diesem Organismus die betreffenden Versuche durchgeführt worden. Reinkulturen wurden nicht dazu benutzt, da sich das Vorhandensein anderer Bakterien in den mineralischen Nährlösungen nicht störend geltend machte.

In den Versuchen von Stutzer und Hartleb stammten die nitrifizierenden Spaltpilze aus dem Erdboden, dessen Bodenflüssigkeit Kochsalz wohl stets nur in geringen Mengen enthält. Dementsprechend sind von ihnen auch nur Zusätze von 0,25—0,50 % Na Cl verwandt worden, die ohne wesentlichen Einfluß blieben. Bei den vorliegenden Untersuchungen enthielten die natürlichen Medien (Ostsee, Mittelmeer, Nordsee) schon 1,5—3,5 % Seesalz, es mußten daher größere Zusätze von Seesalz angewandt werden, um merkliche Differenzen im Verlauf der Nitrifikation herbeizuführen. Der Nitritbildner verschiedener Herkunft ist daher in den Winogradsky'schen Nährlösungen unter Zugabe von 0 bis 5 % Seesalz kultiviert worden. In allen Fällen wurde das käufliche Seesalz verwandt. Das im gewöhnlichen Zustande feuchte Salz wurde bei 70 bis 85° C. 2 bis 3 Stunden lang zwischen Filtrierpapier getrocknet, dann fein verrieben und der fertigen Nährlösung in berechneter Menge zugesetzt.

Ganz allgemein konnte festgestellt werden, daß Nitrosomonas des Salzwassers als Anpassungsform angesehen werden muß. Falls nämlich mit derselben Schlickprobe eine größere Zahl von Kolben beimpft wurde, deren Nährlösungen verschiedenen Salzgehalt aufwiesen, verlief stets dort die Umwandlung des Ammoniaks in Nitrit am schnellsten, wo die Kulturflüssigkeit dem natürlichen Medium möglichst ähnlich war. Abweichungen um 1 % Seesalz von der Konzentration des natürlichen Mediums übten sowohl bei Festlands-, als auch bei Süß- und Salzwasserorganismen stark hemmende Einflüsse aus. Ich verweise auf die Tabellen 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18.

Bei der Untersuchung der Bakterien in ihrem Verhalten gegenüber Seesalzkonzentrationen können zwei Wege eingeschlagen werden. Man kann das Impfmaterial zuerst in einen Kolben bringen, dessen Nährlösung in ihrem Seesalzgehalt dem natürlichen Medium entspricht und hier durch wiederholte Ammoniumsulfatgaben die Vermehrung des Spaltpilzes fördern. Aus einer solchen lebhaft nitrifizierenden Rohkultur könnten dann Impfungen in eine größere Zahl von Kolben mit verschiedenem Salzgehalt vorgenommen werden. In diesen Tochterkulturen müßte man dann die Oxydationsenergie der Nitritbildner beobachten. Es ließe sich so auch zuerst eine Reinkultur in einer dem natürlichen Medium ähnlichen Nährlösung heranziehen und mit dieser würden dann die Tochterkulturen beimpft. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren zeitraubend ist, bietet es durchaus keine Gewähr für die Richtigkeit der erlangten Resultate; denn der Nitritbildner kann durch lange fortgesetzte künstliche Zucht seine natürlichen Eigenschaften vollkommen verändern. Daher ist auch in den meisten Fällen eine andere Methode zur Anwendung gelangt, die schneller und zuverlässiger Ergebnisse liefert und zugleich ein sehr gutes Mittel darstellt, die Frage zu beantworten, ob die Bakterien wirklich aus dem vermuteten Medium stammen. Man bringt von dem Impfmaterial (Schlick) stets eine möglichst gleiche Menge [1—3 Platinösen] in eine größere Anzahl Kolben, die Nährlösungen von verschiedenem Salzgehalt haben. Enthält das Impfmaterial wirklich

Organismen von der Stelle, wo die Probe entnommen worden ist, so muß theoretisch die Nitrifikation in denjenigen Nährlösungen am schnellsten einsetzen, welche in ihrer Zusammensetzung dem natürlichen Medium am meisten entsprechen. Dies war tatsächlich der Fall, wie ein Blick auf die Tabellen 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18 zeigt. Voraussetzung ist selbstverständlich, daß alle Kulturen unter gleichen Bedingungen (Temperatur, Beleuchtung) aufbewahrt werden.

Eine sehr erwünschte Kontrolle lieferte diese Methode z. B. bei dem Schlick, der verschiedenen Stellen des Golfes von Neapel entnommen war. Diese Grundproben stammten aus Tiefen von 20, 30, 50 und 100 m; die Entfernung vom Ufer war 500, 700, 1000 und 2000 m. Das Material hätte durch Festlandsorganismen verunreinigt sein können. Mit je zwei Platinösen dieses Schlicks wurden eine größere Anzahl Kolben beimpft. Die Nährlösung hatte in allen die gleiche Zusammensetzung. In der ersten Kulturreihe war 1,5 %, in der zweiten 3 % und in der dritten 5 % Seesalz zugesetzt worden. Da der Salzgehalt des Neapler Golfes etwa 3—3,5 % beträgt, war zu erwarten, daß die Nährlösung mit 3 % Salzgehalt Nitrosomonas am besten zusagen würde. Diese Kulturen gaben nach 19 Tagen starke Nitritreaktion. Zu jener Zeit war in den Nährlösungen mit 1,5 % und 5 % Seesalz noch kein Nitrit vorhanden. Eine starke Reaktion nach Trommsdorff trat hier erst auf, als die ersten Kolben schon alles Ammoniumsulfat in Nitrit verwandelt hatten, nämlich nach 40 Tagen. Näheres zeigt Tabelle 1.

Wie aus vorstehenden Angaben ersichtlich ist, hatten Differenzen des Seesalzgehaltes um etwa 1,5 % genügt, die Nitritbildung um mehr als die doppelte Zeit zu verzögern. Da alle Kolben im gleichen Raum, bei gleicher Temperatur standen, so können die erwähnten Differenzen nur durch den verschiedenen Seesalzgehalt hervorgerufen sein. Das beobachtete Verhalten der nitrifizierenden Organismen läßt es ausgeschlossen erscheinen, daß der verwendete Schlick durch Bakterien aus dem Ackerboden verunreinigt worden ist.

Analog verhielten sich auch die Nitritbildner des Festlandes, der Süßwasserseen und der Ostsee. Hier waren die Grenzen des überhaupt zulässigen Seesalzgehaltes enger gezogen. Bei den Festlands- und Süßwasserbakterien zeigten sich schon sehr starke Hemmungen bei 1 % Seesalzgehalt, bei den Organismen aus der Ostsee, deren natürliches Medium 1,5—2 % Seesalz enthält riefen 3—3,5 % eine große Verzögerung im Nitrifikationsprozeß hervor. Bei 5 % konnte hier in Rohkulturen überhaupt keine Nitrifikation festgestellt werden. Näheres darüber ist in den Tabellen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18.

Länger fortgezüchtete Nitrosomonaskulturen aus der Kieler Bucht ließen sich durch mehrmalige Überimpfung auch an Lösungen mit höherem Seesalzgehalt anpassen. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß man durch wiederholte Überimpfung von Nitritbildnerkulturen des Ackerbodens in Nährlösungen mit immer höheren Salzkonzentrationen, diese an Kulturflüssigkeiten gewöhnen kann, die den in der Natur vorkommenden Organismus dauernd in seiner Wirksamkeit gelähmt hätten, doch sind Versuche dieser Art nicht angestellt worden.

Über den Einfluß der Temperatur auf die Nitrifikation.

Bekanntlich besitzen auf dem Festlande die niederen Breiten einen weit größeren Reichtum an Lebewesen pflanzlicher und tierischer Natur als die kälteren nördlichen Gegenden. Wenn auch im Meere die Temperaturgegensätze nicht in so scharfer Weise wie auf den Kontinenten ausgeprägt sind, so ist es doch eine überraschende Tatsache, daß die kälteren Ozeane eine üppigere Organismenentwickelung aufweisen als die Wasserbecken wärmerer Zonen; d. h. in ihrem Verhalten zur organischen Natur nehmen Meer und Festland geradezu eine entgegengesetzte Stellung ein.

Brandt[4]) glaubt diese Sachlage zum Teil darauf zurückführen zu müssen, daß in den niederen Breiten durch die Tätigkeit der durch Baur[11]), Gazert[7]) und Gran[12]) überall nachgewiesenen denitrifizierenden Bakterien die Stickstoffverbindungen des Meeres zerstört würden und als gasförmiger Stickstoff in die Atmosphäre entwichen. Da bei den denitrifizierenden Bakterien die Intensität des Zersetzungsprozesses wesentlich von der Temperatur abhängig ist, so nimmt Brandt an, daß diese Lebewesen in höheren Breiten den Abbau der Stickstoffverbindungen nicht in so hohem Grade bewirken wie in den Tropen. Daher soll sich in den gemäßigten und kalten Zonen jener Mangel an lebenswichtigen Stickstoffverbindungen

(Nitrite und Nitrate) nicht in so hemmender Weise geltend machen, wie in den wärmeren Meeren. Brandt geht dabei von der Annahme aus, daß im Meere überall neben der Denitrifikation Nitrifikation einhergeht, welche die Ammoniumverbindungen, die aus den verfaulten Organismen herrühren, zu salpeter- und salpetrigsauren Salzen oxydiert.

Bis jetzt sind die Nitrobakterien nur im Meeresboden der Küstengegenden aufgefunden worden; ob sie im freien Meere allgemeine Verbreitung besitzen ist noch eine offene Frage, die durch geeignete Versuchsanstellungen beantwortet werden muß. Falls sie bejaht wird, müßten die nitrifizierenden Organismen des Salzwassers ein abweichendes Verhalten gegenüber höheren Temperaturen besitzen, als die betreffenden Spaltpilze des Festlandes, um für den Stoffwechsel der kälteren Regionen Bedeutung zu haben. Die Nitrobakterien des Ackerbodens sind nämlich sehr wärmeliebend; auf das Meer übertragen, bedeutet das, in höheren Breiten, in denen die Bodentemperatur selten über 10° hinausgeht, würde eine sehr geringe Nitrifikation stattfinden, die der trägen Denitrifikation parallel geht. In wärmeren Gewässern ist bei dieser Sachlage den Nitrobakterien durchaus keine günstige Einwirkung auf den Organismenbestand zuzuschreiben, im Gegenteil, in den Tropen könnten sie durch Umwandlung der bei der Fäulnis auftretenden Ammoniumverbindungen in Nitrite und Nitrate diese indirekt der Denitrifikation ausliefern, während in den kälteren Zonen die durch sie bedingten Stoffumsetzungen nur minimale wären. Hier ständen den Pflanzen sowohl die vom Lande eingeschwemmten salpeter- und salpetrigsauren Salze als auch die durch Fäulnis organischer Reste entstehenden Ammoniumverbindungen zur Verfügung, welche theoretisch in den wärmeren Gewässern den denitrifizierenden Organismen anheimfallen.

Ich habe diese Ausführungen vorangesetzt, um zu zeigen, daß diesen Fragen ein allgemeineres Interesse innewohnt, nicht nur in bezug auf die Physiologie der Nitrobakterien, sondern vielleicht hinsichtlich des gesamten Stoffwechsels im Meere.

Tatsächlich haben mir meine Arbeiten mit den nitrifizierenden Spaltpilzen aus den Küstengewässern gezeigt, daß diese bis auf die Anpassung an die Seesalzkonzentration ihres Mediums mit den Festlandsorganismen identisch sind. Daher wirken auch auf sie höhere Temperaturen äußerst günstig ein. Bevor ich darauf näher eingehe, möchte ich die Beobachtungen, die man bei den Nitrobakterien des Ackerbodens in dieser Beziehung gemacht hat, kurz erwähnen.

Über die große Empfindlichkeit der Nitrobakterien gegenüber niederen Wärmegraden, finden sich in der Literatur schon aus frühester Zeit, ehe die Natur des Nitrifikationsprozesses richtig erkannt war, einige Angaben. Trotzdem diese Daten an Rohkulturen ermittelt wurden, stimmen sie sehr gut mit den späteren, exakten Beobachtungen Stutzer's überein, die dieser an Reinkulturen machte. „Schloesing und Müntz[13]) geben in den „Comptes rend. de l'Acad. 1879, Bd. 89" die Temperaturen an, welche die Bildung von Nitraten entweder begünstigen oder aber hemmen. Bei 5° C ist der Prozeß kaum merklich, bei 12° schon gut merklich, bei 37° ist die höchste Wirkung zu verzeichnen, bei 45° wird schon Hemmung bemerkbar, bei 55° Stillstand".

In diesen Kulturen waren sicher sowohl Nitrosomonas als auch Nitrobakter vorhanden; dagegen enthielten die Reinkulturen Stutzer's nur den Nitratbildner. Stutzer[14]) schreibt darüber: „Auf die Wirkung des Nitratbildners hat die Temperatur einen großen Einfluß. Das Optimum liegt bei ungefähr 35°. Beträgt die Temperatur weniger als 15°, so wird die Nitratbildung erheblich verzögert. Ich teile folgende Zahlen mit. Die Versuche sind unter völlig gleichen Bedingungen ausgeführt, mit Ausnahme der Temperatur, welche verschieden war. Durch eine Erwärmung auf 50° während 24 Stunden waren die Organismen getötet.

War die Wärme	so fand die Oxydation nach Verlauf
35°	von 2 Tagen statt
30—25°	„ 4—5 Tagen statt
20—15°	„ 8—10 „ „
15—10°	„ 3—4 Wochen statt.
10—1°.	Befund: Nach 4 Wochen hatte

keine Oxydation stattgefunden, die Organismen blieben aber lebensfähig und oxydierten, sobald die Kulturen warm gestellt wurden. Bei weiteren Versuchen wurden flüssige Kulturen einer Temperatur von minus 10—12° ausgesetzt, dann 24 Stunden lang bei einer nur wenig über 0° liegenden Temperatur belassen und allmählich erwärmt, schließlich bis auf 35°. Die Organismen waren in ihrer Wirkung ungeschwächt geblieben."

Während also Schloesing und Müntz das Optimum für den Nitrifikationsprozeß bei 37° angeben, hat Stutzer es bei 35° ermittelt. Schloesing und Müntz stellen bei 55° Stillstand fest; Stutzer gibt an, daß die Organismen nach 24stündiger Erwärmung auf 50° getötet waren. Ebenso weisen beide Autoren auf die starke Hemmung hin, die der Prozeß erfährt, sobald die Temperatur auf 10—15° gesunken ist. Stutzer belegt das auch mit genauen Daten, wie aus den mitgeteilten Angaben ersichtlich ist. Solange die Nitrobakterien des Salzwassers nicht näher untersucht waren, konnte man annehmen, daß es sich hier vielleicht um Spaltpilze handelte, die von den Bakterien des Ackerbodens abweichende Eigenschaften besäßen. Um in gemäßigten Zonen große Umsetzungen hervorzurufen, hätten sie schon bei 0—10° lebhaft nitrifizieren müssen. Falls die Organismen nur im Meeresboden vorhanden sind, würde ihnen in größeren Tiefen wohl nie eine höhere Temperatur zugänglich sein.

Nach meinen Untersuchungen scheint das nicht der Fall zu sein. Der Nitritbildner des Salzwassers verhielt sich verschiedenen Temperaturen gegenüber wie der betreffende Spaltpilz aus dem Ackerboden. Er zeigte starke Hemmungserscheinungen, wenn die Temperatur sich um etwa 10° von der des Thermostaten entfernte, die 28° C betrug. Besondere Kulturreihen sind für diese Beobachtungen nicht angesetzt worden, die ermittelten Resultate sind gelegentlich anderer Versuchsanstellungen gewonnen.

Ganz allgemein muß wohl überhaupt der langsame Verlauf des Nitrifikationsprozesses in meinen Kulturen auf die recht ungünstigen Temperaturverhältnisse zurückgeführt werden, wie dies mehrfach angestellte Parallelversuche mit dem Thermostaten vermuten lassen. Wie in den Tabellen näher angegeben ist, standen die meisten Kulturreihen im Zimmer bei 15—25° C.

In Tabelle 6 hat z. B. die niedrige Temperatur des Zimmers eine außerordentlich starke Hemmung hervorgebracht. Die Mutterkultur hatte im Wärmeschrank bei 28° C gestanden und war wiederholt mit einigen Tropfen einer 10prozentigen Lösung von Ammoniumsulfat angereichert worden, die stets in wenigen Tagen zu Nitrit oxydiert waren. Der hemmende Einfluß der niedrigeren Temperatur macht sich in den Tochterkulturen ausgesprochen geltend. Während die Kolben im Wärmeschrank schon nach 2—5 Tagen eine starke Nitritreaktion ergaben, trat diese im Zimmer erst nach 20—23 Tagen ein. Die ersten Kulturen mit Schlick aus dem Golf von Neapel (3,3 % Seesalz) gaben im Wärmeschrank (28°) nach 14 Tagen die erste starke Nitritreaktion. Bei der zweiten Sendung wurden Kulturen von fast gleichem Seesalzgehalt (3 %) im Zimmer (20—25°) aufbewahrt. Diese zeigten nach 19 Tagen intensive Bläuung nach Trommsdorff. Die beobachtete Verzögerung in der zweiten Kulturreihe möchte ich der tieferen Temperatur zuschreiben, da die sonstigen Bedingungen annähernd gleich waren.

Auch bei den Plattenkulturen, die zur Züchtung des Nitritbildners benutzt wurden, zeigte sich der fördernde Einfluß der Wärme. Während die Platten im Thermostaten schon nach wenigen Tagen starke Nitritreaktion ergaben und in 4—8 Tagen deutliche gelbe Kolonien auf den Impfstrichen erkennen ließen, zeigten die Petri-Schalen im Zimmer erst weit später eine Bläuung mit dem Reagens von Trommsdorff. Wenn endlich gelbe Kolonien auf den Platten sichtbar wurden, konnte man stets Verunreinigungen der Nitritbildner durch andere kleine Kokken und Stäbchen feststellen, die in der langen Zeit (2—4 Wochen) ihren Weg in die Schalen gefunden hatten.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

I. Der Nitritbildner konnte in allen vom Grunde der Kieler Föhrde entnommenen Bodenproben aufgefunden werden, nicht aber im Seewasser, im Plankton oder auf festsitzenden Algen. Auch in einer Grundprobe aus der Fahrrinne bei Helgoland sowie in sämtlichen untersuchten Schlickproben aus dem Golfe von Neapel war er nachzuweisen.

II. Der Nitratbildner konnte im Gegensatz dazu in Grundproben aus der See nur dann gefunden werden, wenn dieselben aus größter Nähe des Landes stammten.

III. In morphologischer Hinsicht zeigten Nitrosomonas und Nitrobakter aus dem Salzwasser keinen Unterschied gegenüber den von Winogradsky aus dem westeuropäischen Ackerboden isolierten Formen.

IV. In physiologischer Beziehung ist der im Salzwasser lebende Nitritbildner eine Anpassungsform an den Seesalzgehalt seines natürlichen Standortes. Abweichungen von diesem Gehalt nach oben oder nach unten verlangsamen seine oxydierende Wirksamkeit.

V. Der Nitritbildner des Salzwassers ist ebenso wärmeliebend wie die Nitrobakterien des Ackerbodens.

Tabellen.

Da für die meisten Kulturreihen nur zwei Nährlösungen verwandt worden sind, möchte ich deren Zusammensetzung, um Wiederholungen zu vermeiden, hier angeben.

Nährlösung I [Nitritbildner n. Winogradsky].

Ammoniumsulfat	2—2,5 g
Dikaliumphosphat	1 g
Magnesiumsulfat	0,5 g
Chlorcalcium	Spuren
Destill. Wasser	1 l

Basisch kohlensaure Magnesia im Überschuß.

Nährlösung II [Nitratbildner n. Winogradsky].

Natriumnitrit	1 g
Dikaliumphosphat	0,5 g
Magnesiumsulfat	0,3 g
Natriumchlorid	0,5 g
Ferrosulfat	0,4 g
Destill. Wasser	1 l

Basisch kohlensaure Magnesia im Überschuß.

Tabelle 1. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlick aus dem Golf von Neapel, erhalten am 31. Oktober 1906.

Zahl der Kulturen	Impftermin	Seesalzgehalt	Der Schlick stammte aus	Menge des Impfschlicks	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Ammoniak vollständig in Nitrit verwandelt
2	1. Novemb.	1,5 %	20 m Tiefe	2 Platinösen	10. Dezemb.	39	18. Dezember
2	„	„	30 m „	„	„	39	„
1	„	„	50 m „	„	„	39 [1])	„
1	„	„	100 m „	„	„	39 [1])	„
3	1. Novemb.	3 %	20 m Tiefe	2 Platinösen	20. Novemb.	19	5. Dezember
3	„	„	30 m „	„	„	19	7. Dezember
3	„	„	50 m „	„	„	19	„
3	„	„	100 m „	„	„	19	„
2	1. Novemb.	5 %	20 m Tiefe	2 Platinösen	13. Dezemb.	42	Am 18. Dezember noch Ammoniak vorhanden; dann beseitigt.
2	„	„	30 m „	„	„	42	
2	„	„	50 m „	„	„	42	
2	„	„	100 m „	„	„	42	

Anm.: Sämtliche Kulturen wurden im Zimmer in einem bedeckten Kasten aufbewahrt. Die Temperatur betrug am Tage 20—25° C; in der Nacht etwas weniger.

[1]) Je eine Kultur aus 50 und 100 m Tiefe mit 1,5 % Seesalzgehalt hat auch nach Monaten keine Nitritreaktion ergeben.

Tabelle 2a. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlick, gefischt zwischen Friedrichsort und Laboe im Fahrwasser von 15 m Tiefe, am 18. Juli 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit verwandelt	Tage	
6	19. Juli	1,7 %	2 Platinösen	16. Oktober	89	
4	„	3,3 %	„	„	89	
4	„	5 %	„	—	—	Bis zum 16. Oktober kein Nitrit gebildet, Ammoniak noch vorhanden; dann beseitigt.
4	„	0 %	„	—	—	

Anm.: Mit Ausnahme der 4 Kolben mit 5 % Seesalzgehalt, die im Wärmeschrank bei 28° gestanden hatten, waren die Kulturen alle im Zimmer bei 18—25° C unter vollständig gleichen Verhältnissen aufbewahrt worden. Erst nach Ablauf des ganzen Prozesses am 16. Oktober wurde das obige Resultat durch Tüpfelreaktionen ermittelt.

Tabelle 2b. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Schlick, gefischt zwischen Friedrichsort und Laboe im Fahrwasser von 15 m Tiefe, am 18. Juli 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Nitrit verschwunden, in Nitrat umgewandelt	Tage	
5	19. Juli	0 %	2 Platinösen	—	—	Am 16. Oktober noch tiefschwarze Nitritreaktion. Nach Piccini kein Nitrat vorhanden.
5	„	1,7 %	„	—	—	

Anm.: Die Kulturen mit 1,7 % Seesalzgehalt standen im Wärmeschrank bei 28°, die Kolben mit 0 % Seesalz standen im Zimmer bei 18—25° C.

Tabelle 3. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Eine stark nitrifizierende Rohkultur (1,5 % Seesalz), beimpft am 3. März 1906 mit Schlick aus der Kieler Föhrde zwischen Friedrichsort und Laboe.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
2	29. Juni	1,7 %	2 Platinösen	7. Juli	8	Zimmer	18—24°
4	„	3,3 %	„	18. „	19	„	18—24°

Tabelle 4. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Erde vom Komposthaufen, entnommen am 29. Juni 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
2	29. Juni	0 %	1 ccm	9. Juli	10	Zimmer	18—24°
4	„	3,3 %	1 „	—	—	„	18—24°

Anm.: Die Erdkulturen mit 3,3 % Seesalz wiesen nach 6 Wochen noch kein Nitrit auf.

Tabelle 5. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Erde vom Komposthaufen, entnommen am 26. Oktober 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Ammoniak vollständig in Nitrit verwandelt	Tage
4	26. Oktober	0 %	4 Platinösen	5. November	10	10. November	15
4	„	1,5 %	„	23. „	28	7. Dezember	42

Anm.: Temperatur im Zimmer, wo die Kolben standen, 18—24°; Nachts kälter.

Tabelle 6. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Eine stark nitrifizierende Rohkultur (1,5 % Seesalz), beimpft am 3. März 1906 mit Schlick aus der Kieler Föhrde zwischen Friedrichsort und Laboe.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
2	25. Mai	0 %	1 Platinöse	—	—	Zimmer	16—22°
2	„	1 %	„	15. Juni	20	„	16—22°
2	„	2 %	„	15. „	20	„	16—22°
2	„	3 %	„	18. „	23	„	16—22°
2	„	4 %	„	—	—	„	16—22°
2	25. Mai	0 %	1 Platinöse	—	—	Wärmeschrank	28°
2	„	1 %	„	27. Mai	2	„	28°
2	„	2 %	„	27. „	2	„	28°
2	„	3 %	„	30. „	5	„	28°
2	„	4 %	„	—	—	„	28°

Anm.: Die Mutterkultur vom 3. März war mit 1,5 % Seesalz angesetzt worden. Während zwischen den Kulturen mit 1 und 2 % Seesalz im weiteren Verlauf der Nitrifikation keine Unterschiede beobachtet werden konnten, zeigte sich bei der Nährlösung mit 3 % eine wesentliche Verzögerung. Während nämlich die Kulturen mit 1 und 2 % Seesalz im Wärmeschrank ihr Ammoniumsulfat schon am 8. Juni vollständig in Nitrit verwandelt hatten, war dies bei den Kolben mit 3 % am 22. Juni noch nicht der Fall. Bei den Kulturen mit 0 und 4 % konnte überhaupt keine Nitritbildung konstatiert werden.

Tabelle 7. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Eine stark nitrifizierende Rohkultur (0 % Seesalz), beimpft mit Erde vom Komposthaufen, aufbewahrt im Wärmeschrank bei 28°.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
2	25. Mai	0 %	1 Platinöse	12. Juni	17	Zimmer	16—22°
2	„	1 %	„	19. „	24	„	16—22°
2	„	2 %	„	18. Juli	53	„	16—22°
2	„	3 %	„	—	—	„	16—22°
2	„	4 %	„	—	—	„	16—22°

Anm.: Da die Kulturen im Zimmer standen, ging die Nitrifikation sehr langsam vor sich. Selbst nach 70 Tagen zeigte sich in den Kolben mit 3 und 4 % Seesalz keine Nitritbildung.

Tabelle 8. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Erde vom Komposthaufen des botanischen Gartens. 26. Oktober 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Verschwinden der Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
4	26. Oktober	0 %	1 ccm	6. November	11	Zimmer	18—24 °
4	„	1,5 %	1 „	15. „	20	„	18—24 °

Anm.: Nach dem Verschwinden der Nitritreaktion wurde das entstandene Nitrat durch Diphenylamin-Schwefelsäure nachgewiesen.

Tabelle 9. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Schlick aus dem Schreventeich. 26. Oktober 1906.

Zahl der Kulturen	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Verschwinden der Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
4	26. Oktober	0 %	3 Platinösen	21. November	26	Zimmer	18—24 °
4	„	1,5 %	„	—	—	„	18—24 ° [1]

Impfmaterial: Schlick aus dem Schulensee. 26. Oktober 1906.

Zahl der Kulturen	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Verschwinden der Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
4	26. Oktober	0 %	3 Platinösen	25. November	30	Zimmer	18—24 °
4	„	1,5 %	„	—	—	„	18—24 ° [1]

Anm.: Nach dem Verschwinden der Nitritreaktion wurde das entstandene Nitrat durch Diphenylamin-Schwefelsäure nachgewiesen.

Tabelle 10a. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: I. Schlick, gefischt am 1. August bei der „Glockenboje“ [Außenföhrde], in 17 m Tiefe.
II. Schlick, gefischt am 1. August seitlich von Boje „C“ [Außenföhrde], in 16 m Tiefe.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Verschwinden der Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
I. 4	2. August	1,7 %	3 Platinösen	—	—	Zimmer	15—25 °
II. 4	„	1,7 %	„	—	—	„	15—25 °

Anm.: Bei der Untersuchung am 16. Oktober zeigten alle Kulturen tiefschwarze Nitritreaktion, Nitrat war nicht gebildet worden.

[1] Am 28. Januar 1907 noch Nitrit vorhanden, starke Reaktion nach Trommsdorff.

Tabelle 10b. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlick, gefischt am 1. August bei der „Glockenboje" [Außenföhrde], in 17 m Tiefe.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
4	2. August	1,7 %	3 Platinösen	16. Oktober	75	Zimmer	15—25 °

Impfmaterial: Schlick, gefischt am 1. August seitlich von Boje „C" [Außenföhrde], in 16 m Tiefe.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
4	2. August	1,7 %	3 Platinösen	16. Oktober	75	Zimmer	15—25 °

Anm.: Ich habe den Verlauf der Nitrifikation nicht näher verfolgt. Bei der Untersuchung am 16. Oktober zeigten alle Kulturen tiefschwarze Nitritreaktion; Ammoniak war nicht mehr vorhanden.

Tabelle 11. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Angeschwemmtes Seegras vom Strand zwischen Friedrichsort und Schilksee.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
4	22. Dezember	1,7 %	Einige Blätter von *Zostera marina*	21. Januar	30	Zimmer	18—24 °

Tabelle 12. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Angeschwemmtes Seegras vom Strand zwischen Friedrichsort und Schilksee.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Nitrit verschwund., vollständig in Nitrat umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
4	22. Dezember	1,7 %	Einige Blätter von *Zostera marina*	15. Januar	24	Zimmer	18—24 °

Tabelle 13 a. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Sandproben vom Strande zwischen Friedrichsort und Schilksee. 21. Dezember 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
I 3	22. Dezember	1,7 %	2 ccm	29. Januar 1907	37	Zimmer	18—24 °
II 3	„	1,7 %	2 „	„	37	„	18—24 °
III 3	„	1,7 %	2 „	„	37	„	18—24 °

Tabelle 13b. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Sandproben vom Strande zwischen Friedrichsort und Schilksee. 21. Dezember 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Nitrit vollständig in Nitrat umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
I 3	22. Dezember	1,7 %	2 ccm	29. Januar 1907	37	Zimmer	18—24 °
II 3	„	1,7 %	2 „	„	37	„	18—24 °
III 3	„	1,7 %	2 „	„	37	„	18—24 °

Anm.: Der Strand war an der Stelle, wo die Sandproben entnommen wurden, auf eine breite Zone hin vollständig vegetationslos. Probe I war aus 10 cm Tiefe etwa 15 m vom Ufer dem Strandsand entnommen worden. Probe II entstammte der Wassergrenze und hatte grobkörnige, kiesige Beschaffenheit; Probe III stammte aus 0,75 m Wassertiefe und war feinkörniger. Durch andere Arbeiten war ich verhindert, den Verlauf der Nitrifikation näher zu verfolgen. Bei der Untersuchung am 29. Januar 1907 erhielt ich die in den Tabellen erwähnten Resultate.

Tabelle 14a. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Erde vom Komposthaufen des botanischen Gartens. 3. August 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrat verwandelt	Tage	Standort	Temperatur
5	3. August	0 %	2 ccm	16. Oktober	74	Zimmer	15—25 °

Tabelle 14b. Kulturflüssigkeit: Nährlösung n. Nathansohn.

Zusammensetzung: Ammoniumchlorid: 1 g
Brunnenwasser: 1 l
Basisch kohlensaure Magnesia im Überschuß.

Impfmaterial: Erde vom Komposthaufen des botanischen Gartens. 3. August 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrat verwandelt	Tage	Standort	Temperatur
5	3. August	0 %	2 ccm	—	—	Zimmer	15—25 °

Anm.: Diese beiden Kulturreihen hatten im gleichen Raum unter gleichen Bedingungen gestanden. Erst am 16. Oktober nahm ich eine Prüfung der Kolben vor. Es zeigte sich, daß die Nährlösung nach Nathansohn trotz der reichlichen Mengen Impfmaterial stark verzögernd gewirkt hatte. Während nämlich die erste Reihe [Winogradsky] weder Ammoniak noch Nitrit besaß, sondern nur eine starke Reaktion auf Nitrat mit Diphenylamin-Schwefelsäure gab, zeigte sich in den Kolben der zweiten Kulturreihe [Nathansohn] noch überall Ammoniak [Neßler]; doch war in allen Fällen eine starke Nitritreaktion zu beobachten.

Tabelle 15a. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Zwei Schlickproben aus der Wittlingskuhle im Kieler Hafen [100—200 m vom Lande].

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Ammoniak vollständig in Nitrit umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
I 5	7. Dezember	1,7 %	2 ccm	11. Januar	34	Zimmer	18—24 °
II 4	„	1,7 %	„	„	34	„	18—24 °

Tabelle 15b. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Zwei Schlickproben aus der Wittlingskuhle im Kieler Hafen [100—200 m vom Lande].

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Nitrit vollständig in Nitrat umgewandelt	Tage	Standort	Temperatur
I 5	7. Dezember	1,7 %	2 ccm	11. Januar	34	Zimmer	18—24 °
I 3	„	0 %	„	„	34	„	18—24 °
II 3	„	1,7 %	„	„	34	„	18—24 °
II 3	„	0 %	„	„	34	„	18—24 °

Anm.: Schlickprobe I stammte aus 20 m Tiefe; Schlickprobe II aus 15 m Tiefe. Bei der ersten Untersuchung der Kulturen am 1. November zeigte sich das oben mitgeteilte Ergebnis.

Tabelle 16. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlickproben aus dem Golf von Neapel, erhalten am 7. Juni 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Der Schlick stammte aus	Menge des Impfmaterials	Standort	Temperatur	Erste starke Nitritreaktion	Tage
2	12. Juni	3,3 %	20 m Tiefe	2 Platinösen	Wärmeschrank	28 °	26. Juni	14
2	„	3,3 %	30 „ „	„	„	28 °	„	14
2	„	3,3 %	50 „ „	„	„	28 °	„	14
2	„	3,3 %	100 „ „	„	„	28 °	28. Juni	16

Tabelle 17. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlick aus der Fahrrinne südlich von Helgoland, erhalten am 7. Juni 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Der Schlick stammte aus	Menge des Impfmaterials	Standort	Temperatur	Erste starke Nitritreaktion	Tage
2 [1])	12. Juni	3,3 %	Fahrrinne	2 Platinösen	Wärmeschrank	28 °	20. Juli	38

Der Schlick von Helgoland und von Neapel war schon am 7. Juni in Kiel angelangt. Da ich in diesen Tagen abwesend war, hatte Herr Professor Benecke das Material bis zu meiner Rückkehr in einem kühlen Raum, vor Infektion geschützt, aufbewahrt. Er impfte jedoch schon am 8. Juni eine größere Anzahl Kolben damit. Auch sterilisierte Kulturen wurden zur Kontrolle im gleichen Raum aufbewahrt. Da die Helgoländer Kulturen zu denselben Ergebnissen wie die meinigen führten, möchte ich davon absehen, eine Tabelle darüber mitzuteilen. Bei den Neapler Kulturen war als Lösungsmittel der Nährsalze nicht destilliertes Wasser, sondern Nord- resp. Ostseewasser verwandt worden. Da diese Kulturen auch deutlich die ungünstige Einwirkung des Ostseewassers erkennen lassen, dessen Salzgehalt nur 1,5—2 % beträgt, habe ich die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zugleich bilden diese Resultate eine sehr erwünschte Kontrolle der in „Tabelle 1“ mitgeteilten Befunde.

[1]) In einer der drei Helgoländer Kulturen bildete sich kein Nitrit, diese zeigte selbst nach Monaten nur Ammoniakreaktion nach Neßler.

Tabelle 18. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlickproben aus dem Golf von Neapel, erhalten am 7. Juni 1906; zur Impfung verwandt durch Herrn Professor Benecke am 8. Juni 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Lösungsmittel	Der Schlick stammte aus	Standort	Temperatur	Erste starke Nitritreaktion	Tage
2	8. Juni	Ostseewasser	20 m Tiefe	Zimmer	15—25°	12. Juli	34
2	„	„	30 „ „	„	15—25°	21. „	43
2	„	„	50 „ „	„	15—25°	17. „	39
2	„	„	100 „ „	„	15—25°	—	—
2	8. Juni	Nordseewasser	20 m Tiefe	Zimmer	15—25°	26. Juni	18
2	„	„	30 „ „	„	15—25°	1. Juli	23
2	„	„	50 „ „	„	15—25°	1. „	23
2	„	„	100 „ „	„	15—25°	29. Juni	21

Anm.: Alle sterilisierten Parallelkulturen ergaben bis zum 16. Oktober keine Nitritreaktion. Bis zu jener Zeit zeigte sich auch in den beiden mit Schlick aus 100 m Tiefe beimpften Kolben mit Ostseewasser weder Nitrit noch Nitrat. Die Hälfte sämtlicher Kulturen hatte einen Zusatz von 0,04% Eisenoxydulsulfat erhalten; doch schien dieser Zusatz ohne Einfluß zu sein. Bekanntlich sind im Seewasser stets Eisensalze enthalten, die dem Nitritbildner genügen dürften, so daß darin die Ursache für die anscheinende Unwirksamkeit des künstlichen Eisenzusatzes zu finden ist.

Tabelle 19. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **II.**

Impfmaterial: Schlickproben aus dem Golf von Neapel, erhalten am 31. Oktober 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Der Schlick stammte aus	Menge des Impfmaterials	Standort	Temperatur	Nitrit vollständig in Nitrat umgewandelt	Tage
3	1. Novemb.	3%	20 m Tiefe	2 Platinösen	Zimmer	20—25°	18. Dezember	47
3	„	3%	30 „ „	„	„	20—25°	—	—
3	„	3%	50 „ „	„	„	20—25°	—	—
3	„	3%	100 „ „	„	„	20—25°	—	—

Anm.: Mit Ausnahme der drei Kolben, beimpft mit Schlick aus 20 m Tiefe, verschwand nirgends das Nitrit. Nach 3½ Monaten wurden die sterilen Kulturen beseitigt.

Tabelle 20. Kulturflüssigkeit: Nährlösung n. Nathansohn.

Zusammensetzung: Ammoniumchlorid 1 g
Destilliertes Wasser 1 l
Basisch kohlensaure Magnesia im Überschuß.

Impfmaterial: Schlickproben aus dem Golf von Neapel, erhalten am 31. Oktober 1906.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Der Schlick stammte aus	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Ammoniak vollständig in Nitrit verwandelt	Tage
3	1. Novemb.	3%	20 m Tiefe	2 Platinösen	5. Dezember	34	11. Dezember	40
3	„	3%	30 „ „	„	9. „	38	15. „	44
3	„	3%	50 „ „	„	9. „	38	15. „	44
3	„	3%	100 „ „	„	9. „	38	15. „	44

Anm.: Diese Kulturen wurden unter denselben Bedingungen aufbewahrt, wie die in Tabelle 1 erwähnten. Die Temperatur betrug am Tage 20—25° C, in der Nacht etwas weniger.

Tabelle 21. Kulturflüssigkeit: Nährlösung **I.**

Impfmaterial: Schlick aus dem Schreventeich.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
4	26. Oktober	0 %	3 Platinösen	17. November	22	Zimmer	18—24 °

Impfmaterial: Schlick aus dem Schulensee.

Zahl der Kolben	Impftermin	Seesalzgehalt	Menge des Impfmaterials	Erste starke Nitritreaktion	Tage	Standort	Temperatur
4	26. Oktober	0 %	3 Platinösen	19. November	24	Zimmer	18—24 °

Literatur.

[1]) Winogradsky: Contributions à la morphologie des organismes de la nitrification. Archives de sciences biologiques 1892. Bd. 1. H. 1.

[2]) Winogradsky: Die Nitrifikation. Lafar, Handbuch der Technischen Mykologie 1904. Bd. III. S. 161.

[3]) Vernon: The Relations between Marine Animal and Vegetable Life. Mitt. aus der Zoolog. Station zu Neapel 1899. Bd. 13. S. 403.

[4]) Brandt: Über den Stoffwechsel im Meere II. Wissensch. Meeresf. Kiel 1902. Neue Folge, Bd. 6.

[5]) Gran: Havets Bakterier og deres Stofskifte. S. A. aus „Naturen". Bergen 1903. Citiert bei Nathansohn[6]) S. 364.

[6]) Nathansohn: Über die Bedeutung etc. Abh. der math.-phys. Cl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wissensch. 1906. Bd. 29. S. 365.

[7]) Gazert: Deutsche Südpolar-Expedition. Vorkommen und Tätigkeit der Bakterien im Meer. S. 24. S. A. aus den Verhandlungen des XV. Deutschen Geographentages z. Danzig 1905.

[8]) M. Keding: Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Wissensch. Meeresunters., K. Kommission. Abteilung Kiel 1906. S. 295.

[9]) Natterer: Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer zitiert bei Brandt[4]). S. 55 ff.

[10]) Stutzer und Hartleb: Centralblatt für Bakteriologie. Abt. II. Bd. 3. 1897. S. 353.

[11]) Baur: Über zwei denitrifiz. Bakterien der Ostsee. Wissensch. Meeresf. Kiel. 1902. Neue Folge. Bd. 6. S. 11.

[12]) Gran: Studien über Meeresbakterien I. Bergens Museums Aarbog og Aarsberetning 1901. Citiert bei Nathansohn[6]). S. 364.

[13]) Citiert bei Winogradsky: Die Nitrifikation. Lafar, Handbuch der Technischen Mykologie 1904. Bd. III. S. 136.

[14]) Stutzer: Die Organismen der Nitrifikation. Centralblatt für Bakteriologie. Abt. II. Bd. 7. S. 172. 1901.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 10.

Über das Plankton in Ost- und Nordsee

und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der

Copepoden.

Von

Fritz Kraefft.

(Mit 1 Tafel, 9 Figuren und Tabelle A, B und C.)

I. Allgemeiner Teil.

a) Gewinnung und Bearbeitung des Materials.

Des öfteren ist bereits in den letzten etwa 15 Jahren in Arbeiten, die Untersuchungen über Plankton der nordeuropäischen Meere zum Gegenstand haben, einleitend auf die große Bedeutung hingewiesen worden, die Hensens grundlegendes Werk „Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren" für die Meeresforschung gewonnen hat. Auch die vorliegende Arbeit ist im wesentlichen durch die von Hensen geschaffene Methodik bedingt, und zwar in zweierlei Beziehung, indem vor allem einerseits die Möglichkeit gegeben ist, über die Verteilung der wichtigsten Planktonorganismen zahlenmäßige Angaben zu erhalten, und andererseits Wert darauf gelegt wurde, nach dem Vorbilde der ersten „Holsatia"-Expedition (Hensen, 1885 im Juli-August, [16]) von der Ostsee durch das Kattegat und Skagerrak bis in die Nordsee eine fortlaufende Serie quantitativer Planktonfänge zu gewinnen.

Hierzu hatte sich seit 1885 keine Gelegenheit wieder geboten. Zwar wurden seit 1902 nach internationaler Vereinbarung in den Monaten Februar, Mai, August und November von den an den nordeuropäischen Meeren gelegenen Küstenstaaten an bestimmten Stationen regelmäßig Planktonfänge gemacht, doch lagen die auf Deutschland entfallenen Stationen einerseits in der Ostsee, andererseits in der Nordsee, so daß aus dem Verbindungsgebiet beider Meere kein geeignetes Vergleichsmaterial erbracht werden konnte, das für das Verständnis des Auftretens bestimmter Organismen, besonders in der westlichen Ostsee, außerordentlich wichtig ist.

Die hierfür in Betracht kommenden Stationen sind allerdings von Dänemark und Schweden untersucht worden; die in den „Bulletins des résultats acquis pendant les courses périodiques" (später kurz als „Bulletins" zitiert) veröffentlichten Tabellen über das Vorkommen der Organismen eignen sich aber nur wenig zur Ergänzung der deutschen Untersuchungen, — diese beruhen im wesentlichen auf Zählungen quantitativer Planktonfänge und sind bisher für 1903 von Apstein [(2) Nord- und Ostsee] und für 1905 von Driver [(9) Ostsee] veröffentlicht —, da aus den tabellarischen Zusammenstellungen der „Bulletins" mit Sicherheit nur zu entnehmen ist, ob betreffende Art überhaupt dort gefunden wurde. Apstein hat in seiner Abhandlung „die Schätzungsmethode in der Planktonforschung" (1) eingehend diese Verhältnisse erörtert.

Als daher die Helgoländer biologische Anstalt im Frühjahr 1906 zur Untersuchung der Verteilung von Fischeiern und -larven eine Fahrt mit dem reichseigenen Forschungsdampfer „Poseidon" unternahm, die sich auf die Ostsee, das Kattegat und Skagerrak und die Nordsee erstrecken sollte, beauftragte mich Herr Professor Dr. Brandt an dieser Fahrt teilzunehmen und bei jeder sich bietenden Gelegenheit quantitative Planktonfänge auszuführen, deren Bearbeitung mir freundlichst überlassen wurde. Für dieses weitgehende Entgegenkommen und die spätere Unterstützung bei Abfassung der vorliegenden Arbeit sei mir gestattet, Herrn Professor Dr. Brandt auch hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Gebraucht wurden für die Vertikalfänge das mittlere Apstein'sche Planktonnetz (Müllergaze 20), mit oder ohne Schließapparat, für die Horizontalfänge die kleinen Planktonnetze ohne Aufsatz (Müllergaze 20 und 3) und die Planktonröhre nach Apstein. Das mit den Horizontalfangapparaten gewonnene Material wurde zur ersten Orientierung sogleich an Bord untersucht.

Bei Gewinnung der quantitativen Fänge wurde genau so verfahren, wie es auf den deutschen Terminfahrten üblich ist: den gleichzeitig untersuchten hydrographischen Beobachtungen entsprechend, wurden solche Wasserschichten, die sich durch Salzgehalt oder Temperatur wesentlich unterschieden, mit dem Schließnetz getrennt abfiltriert, doch so, daß durch Summation dieser Fänge eine vom Boden bis zur Oberfläche ohne Unterbrechung fortlaufende Serie quantitativer Fänge gewonnen wurde, die alle zusammengenommen einem einzigen Vertikalzuge von unten bis oben entsprechen. Außerdem hatte ich die Aufgabe erhalten, für die 5—0 m-Schicht gesonderte Vertikalfänge zu machen, ohne Rücksicht auf die hydrographischen Verhältnisse; damit wurde eine Erfahrung zunutze gemacht, die nach Apstein (2) auf den Terminfahrten für die Beurteilung der Planktonverhältnisse sich außerordentlich bewährt hatte. Nur an wenigen Stationen verhinderten es starker Seegang oder Strömung, dies Programm innezuhalten. Es konnte daher auch davon abgesehen werden, die Aufzeichnungen der Oberflächenfänge mit in die Tabellen aufzunehmen; soweit sie zur Ergänzung der Vertikalfänge beitragen können, sind sie jedoch in den späteren Besprechungen berücksichtigt.

Die auf der Fahrt im März-April 1906 gemachten Fänge finden sich in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.
(Auszug aus dem Fahrtjournal.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position		Art der Untersuchung		Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf		Bemerkungen
				Breite	Länge	Gerät	in m		1 cbm Wasser	1 qm Oberfläche	
1.	DO 1	27. März	2 p	54° 30′	10° 22′	M. Pln. „	19—0 5—0	20	(19–5 m) 17,1 62,4	552	
2.	DO 2	27. März	6 p	54° 51′	10° 10′	M. Schln. „	31—5 5—0	32	8,6 16,0	304	Gezählt
3.	DO 3	28. März	12^{30} a	54° 36′	11° 01′	M. Schln. „	37—5 5—0	38	2,3 12,4	144	
4.	DO 4	28. März	8^{30} a	54° 10′	11° 16′	M. Schln. „	22—5 5—0	23	2,4 27,2	176	
5.	DO 5	28. März	2^{30} p	54° 28′	12° 15′	M. Schln. „	21—5 5—0	23	10,0 48,0	400	Gezählt
6.	—	28. März	9^{30} p	54° 57′	12° 42,5′	M. Schln. „	29—5 5—0	31	1,9 8,0	84	
7.	DO 8	29. März	10^{30} a	54° 54′	13° 12′	M. Schln. „ „	43—35 35—5 5—0	44	8,0 1,1 16,0	176	Gezählt
8.	—	29. März	11^{30} p	54° 40′	14° 35,5′	M. Schln. „	45—5 5—0	47	1,4 8,0	96	
9.	—	30. März	10^{15} a	54° 51,5′	15° 38′	M. Schln. „ „ „	80—70 70—40 40—5 5—0	81	13,6 1,3 1,4 6,4	256	
10.	S 4	30. März	5^{30} p	55° 21′	15° 39′	M. Schln. „ „ „	93—80 80—40 40—5 5—0	95	1,2 0,6 1,1 4,8	104	Gezählt
11.	DO 12	31. März	4^{40} p	54° 54′	19° 10,5′	M. Schln. „	106—5 5—0	108	1,6 16,0	240	Gezählt

Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position		Art der Untersuchung		Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf		Bemerkungen
				Breite	Länge	Gerät	in m		1 cbm Wasser	1 qm Oberfläche	
12.	—	3. April	11^{15} p	56° 22,5′	12° 23′	M. Schln. „ „	28—21 21—5 5—0	30	22,9 185,0 144,0	3840	Gezählt
13.	—	4. April	8 a	56° 54,5′	12° 09′	M. Schln. „ „ „	49—30 30—15 15—5 5—0	51	4,2 85,3 232,0 688,0	7120	Gezählt
14.	ca. Da 17	4. April	3^{30} p	56° 58′	11° 44,5′	M. Schln. „ „ „	75—30 30—10 10—5 5—0	77	2,0 110,8 843,2 524,8	9144	Gezählt
15.	—	4. April	9^{5} p	57° 07,5′	10° 44,5′	M. Schln. „	13—5 5—0	15	127,0 716,8	4600	Gezählt
16.	—	5. April	9^{30} a	57° 27,5′	10° 54′	M. Schln. „ „	35—20 20—5 5—0	37	66,1 142,0 617,6	6208	
17.	—	5. April	4 p	58° 05′	11° 08′	M. Pln. M. Schln. „	102—0 102—50 50—5	104	?	?	Fang stark mit Bodenteilchen und Detritus vermengt. Starke Abtrift, bis 40°. Quantitativ nicht brauchbar
19.	D N 10	6. April	6^{15} p	57° 32′	7° 36′	M. Schln. „ „	191—75 75—5 5—0	197	0,3 3,8 81,6	704	Gezählt
20.	D N 11	6. April	10^{30} p	57° 17′	7° 47′	M. Schln. „ „	55—40 40—5 5—0	57	4,8 4,1 11,2	272	Gezählt bis auf 55—40
21.	—	7. April	10 a	57° 25′	5° 25′	M. Schln. „ „	87—30 30—5 5—0	89	4,6 9,6 121,6	1112	Gezählt
22.	ca. Sc 30	7. April	11^{40} p	58° 01,5′	3° 24′	M. Schln. „	89—5 5—0	91	1,0 17,6	168	
23.	ca. Sc 2	8. April	10 a	58° 46′	2° 21′	M. Schln. „	107—5 5—0	109	0,2 11,2	72	Gezählt
24.	ca. Sc 5	9. April	12^{30} a	59° 53′	1° 15′	M. Schln. M. Pln.	109—5 109—0	112	2,2(?) 337,0(?)	1808	Die eine Klappe des Netzverschlusses blieb offen, daher 109—5 m nicht quantitativ genau. 109—0 m gezählt.
25.	ca. Sc 7A	9. April	9^{40} a	60° 32′	2° 49′	M. Schln. „	100—5 5—0	105	4,2 20,8	504	
26.	ca. Sc 7	9. April	5^{50} p	61° 11′	2° 27′	M. Schln. „	184—0 5—0	188	?	?	
28.	D N 16	12. April	7 p	59° 07′	4° 59′	M. Pln.	238—0	240	3,4	816	Gezählt
29.	D N 6	13. April	8 a	58° 02′	4° 46′	M. Schln. „ „ „	104—50 50—20 20—5 5—0	106	4,0 7,5 14,4 59,2	952	

Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position		Art der Untersuchung		Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf		Bemerkungen
				Breite	Länge	Gerät	in m		1 cbm Wasser	1 cbm Oberfläche	
30.	D N 5	13. April	5^{30} p	57° 24′	3° 38′	M. Schln. „	63—5 5—0	65	5,5 27,2	456	5—0 m gezählt
31.	D N 3	14. April	9 a	55° 51,5′	3° 47′	M. Pln.	50—0	54	6,4	320	
32.	D N 2	14. April	4^{30} p	55° 21′	4° 18′	M. Schln. „	42—5 5—0	44	0,9 6,4	64	Gezählt
33.	—	15. April	8^{30} a	55° 45′	6° 33′	M. Schln. „	40—5 5—0	41	11,7 49,6	656	
34.	D N 15	15. April	7^{30} p	55° 02′	7° 30′	M. Schln. „	21—5 5—0	23	17,0 30,4	424	
35.	D N 1	16. April	8^{30} a	54° 44′	6° 06′	M. Schln. „	40—5 5—0	42	4,0 102,4	648	
36.	—	17. April	8^{30} a	54° 09,5′	6° 09,5′	M. Schln. „ „	33—20 20—5 5—0	35	6,8 29,9 152,0	1296	5—0 m gezählt
37.	—	17. April	3^{30} p	53° 51′	6° 25′	M. Schln. „	24—5 5—0	25,5	23,0 46,4	712	Gezählt
38.	—	18. April	7^{30} a	54° 19′	7° 17,5′	M. Schln. „ „	39—15 15—5 5—0	41	10,3 20,8 64,0	776	

Anmerkung: Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten sind hier und im folgenden wie üblich bezeichnet. Es bedeutet:
D O 1 Deutschland, Ostsee-Station Nr. 1,
D N 1 „ Nordsee-Station Nr. 1,
S 4 Schweden, Ostsee-Station Nr. 4,
Da 17 Dänemark, Station Nr. 17,
Sc 30 Schottland, Station Nr. 30.

Von diesen Fängen wurde eine geeignete Auswahl zur quantitativen Bearbeitung getroffen, die nach Hensen's Zählmethode unter Anlehnung an Apstein's abgekürztes Verfahren (1, p. 110) durchgeführt wurde. — Herrn Professor Apstein, der mich freundlichst in diese Methode einführte und auch später mich jederzeit bei der Bestimmung der Planktonorganismen und durch Hinweis auf die einschlägige Literatur freundlichst unterstützte, sage ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank. — Für die Fänge mittleren und kleineren Volumens wurde je eine Platte von 0,1, 0,2, 0,5 und 2,5 ccm des ganzen auf 50 ccm oder 25 ccm verdünnten Volumens gezählt. Für die reichhaltigen, großen Diatomeenfänge, aus dem Kattegat z. B., reichte diese Verdünnung jedoch nicht aus, so daß hier die entsprechenden Bruchteile des um das 10- bis 20-fache verdünnten ursprünglichen (50 ccm) Volumens ausgezählt werden mußten. Der Rest wurde auf die größeren, vorher weniger häufig gefundenen Organismen hin durchgesehen und womöglich gezählt. So wurde es besonders für die Copepoden, die im Verhältnis zu Fängen aus anderer Jahreszeit meist ziemlich spärlich vertreten waren, notwendig, fast immer ihre Anzahl im ganzen Rest festzustellen. Dazu kommt noch, daß die Zählung von Stichproben unter Berücksichtigung der einzelnen Entwicklungsstadien weniger gute Resultate ergeben kann, als wenn die Copepoden etwa nur nach Arten differenziert gezählt werden. Es scheinen mir daher die Zahlen für die Copepoden besonders zuverlässig zu sein.

In der soeben kurz skizzierten Weise wurden nun folgende Stationen quantitativ bearbeitet. Die Lage der Stationen ist aus den beigefügten Karten zu ersehen.

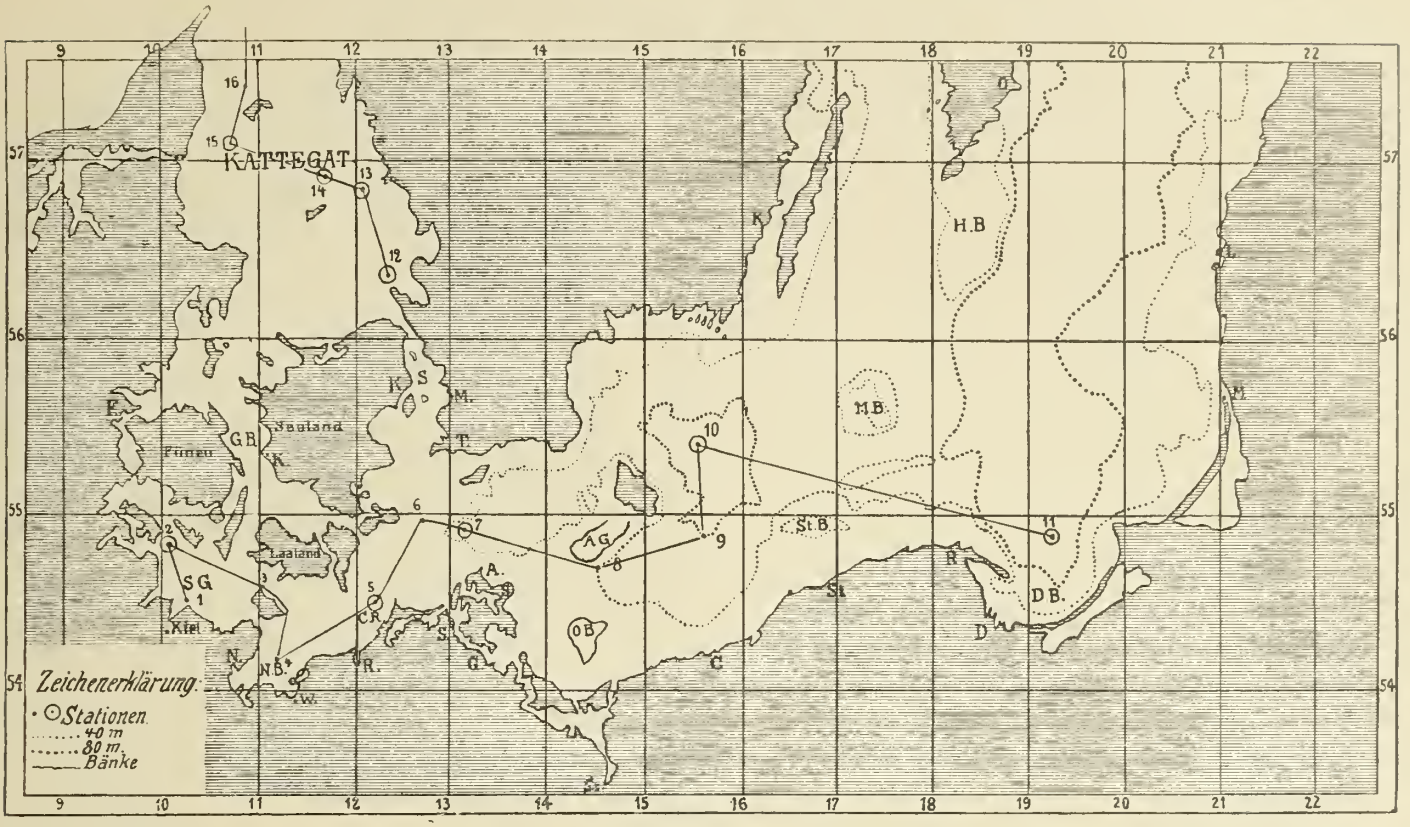


Fig. 1. Karte der Ostsee und des Kattegats.

1. Aus der Ostsee die Stationen 2 (DO 2)[1]), 5 (DO 5), 7 (DO 8), 10 (S 4) und 11 (DO 12). Es konnten hier die Stichproben etwas weitläufiger gewählt werden, da das Verständnis der Verhältnisse in der Ostsee wesentlich durch die früheren, eingehenden Untersuchungen über dieses Gebiet unterstützt wird.
2. Aus dem Kattegat die Stationen 12, 13, 14, 15. Die qualitative Untersuchung der folgenden Station 16 zeigte keinen wesentlichen Unterschied in der Zusammensetzung, und dem Volumen nach stimmten die Fänge fast genau mit denen von Station 15 überein, so daß eine Zählung entbehrt werden konnte.

   Station 17 im Skagerrak ergab leider keine quantitativ brauchbaren Fänge, da der untere Stufenfang stark durch Sand und Detritus verunreinigt war und die starke Strömung (1,5 Sm. pro Stunde an der Oberfläche), die bis zu 40 m Tiefe sehr heftig war, eine zu große Abtrift (unten 10°, oben 40°) der übrigen Fänge bewirkte.
3. Aus der Nordsee:
   a) an der Grenze des Skagerraks Station 19 (DN 10), 20 (DN 11), bis auf den Fang aus den letzten 15 m, und 21;
   b) aus dem nördlichen Teile Station 23, 24 und 28. Station 26, die nördlichste, konnte quantitativ nicht berücksichtigt werden, da einerseits der Schließapparat nicht gut funktioniert hatte, andererseits der Fang durch Oikopleura-Gehäuse stark verschleimt war, so daß die Organismen zu sehr daran klebten und im Schüttelgefäß nicht gleichmäßig genug verteilt werden konnten;
   c) aus der mittleren Nordsee die Stationen 30 (DN 5) und 32 (DN 2);
   d) aus der südöstlichen Nordsee (der sog. deutschen Bucht) die Stationen 36 und 37.

[1]) Über die Bezeichnung der unseren Stationen entsprechenden Terminfahrts-Stationen s. Tabelle 1.

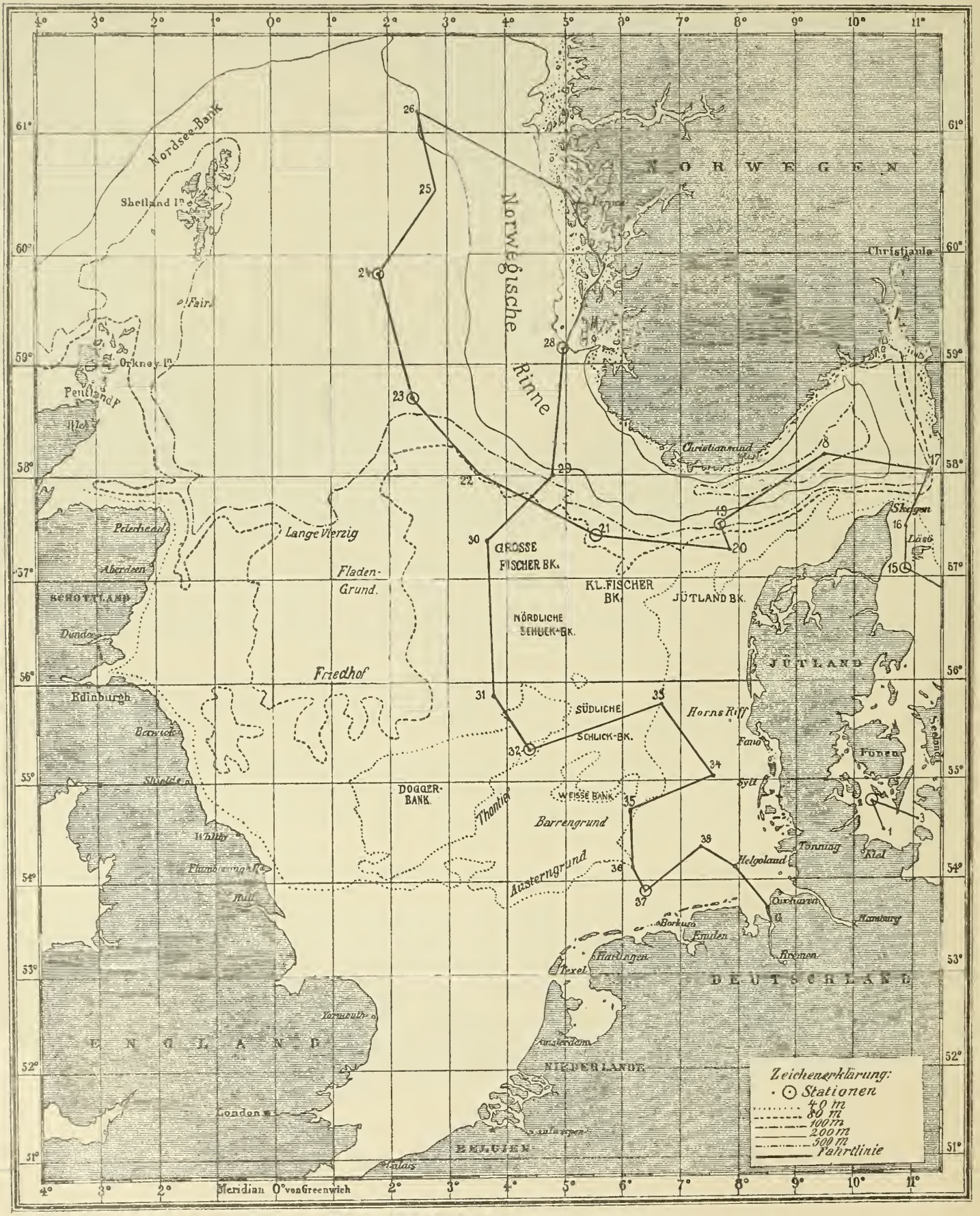


Fig. 2. Karte des Skagerraks und der Nordsee.

Die anderen Fänge wurden durchgesehen und der Vollständigkeit halber mit in die Tabellen aufgenommen. Zur Charakterisierung ihrer Zusammensetzung wurden nur die extremen Häufigkeitsgrade, das starke Hervortreten einer Form, und andererseits das wenig zahlreiche Vorkommen durch c bezw. r gekennzeichnet. Alle übrigen Aufzeichnungen sind durch × ausgedrückt; die Feststellung weiterer Zwischenstufen ist zu sehr der subjektiven Willkür ausgesetzt und daher wertlos, zumal da die Abschätzung auch dem „absoluten Maximum" jedes Organismus angepaßt sein muß, was ohne Zählung nicht möglich ist. Dabei ist aber hervorzuheben, daß die beiden Schätzungszeichen keinen Vergleich der Fänge untereinander in Bezug auf Zu- oder Abnahme einer Art zulassen, wie von Apstein (1) des näheren ausgeführt ist.

b) Übersicht über die Verteilung von Salzgehalt und Temperatur während der Fahrt.

Wie oben schon kurz angedeutet, wurden die Schließnetzfänge unter Berücksichtigung der hydrographischen Verhältnisse ausgeführt, soweit die Kenntnis von Salzgehalt und Temperatur in Betracht kommt. Beides sind wichtige Faktoren der Lebensbedingungen für das Plankton, deren Einfluß auf die horizontale und vertikale Verbreitung unverkennbar ist. Sie gewähren gleichfalls einen Einblick in die Meeresströmungen, die die Planktonorganismen mit sich führen und in Gebiete versetzen, deren Lebensbedingungen dem Gedeihen der Organismen in verschiedenem Grade hinderlich sein können; hierbei macht sich wesentlich der Einfluß des Salzgehalts bemerkbar. Die Temperatur scheint von größerer Bedeutung zu sein für die jahreszeitlichen periodischen Schwankungen. Natürlich läßt sich ihr Einfluß vom gleichzeitigen des Salzgehalts nicht immer mit Sicherheit scheiden, da auch in der Änderung des Salzgehalts jährliche periodische Schwankungen eintreten, die z. T. mit bestimmten Temperaturen parallel gehen.

Einen Überblick über die hydrographischen Verhältnisse der Ost- und Nordsee hat Krümmel in seiner Abhandlung „Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung" (19) in großen Zügen gegeben, so daß ich mich unter Hinweis darauf auf speziellere, die Verhältnisse der vorliegenden Fahrt betreffende Angaben beschränken kann.

Die in den „Bulletins" (März, April 1906) tabellarisch zusammengestellten Werte, die aus den gesammelten Wasserproben im hiesigen Laboratorium durch Titration ermittelt sind, seien hier noch einmal aufgeführt, indem ergänzend die entsprechenden Beobachtungen für die Oberfläche hinzugefügt werden, bei denen aber der Salzgehalt nach den an Bord ausgeführten Aräometerablesungen berechnet ist, da für 0 m keine Wasserproben zum Titrieren gesammelt wurden. Die durch Aräometerablesungen erhaltenen Werte scheinen für die Nordsee meist etwas zu hoch zu sein, wie aus einem Vergleich der mir zur Verfügung stehenden übrigen Aräometerablesungen mit den entsprechenden Titerwerten zu ersehen war.

Tabelle 2.

Salzgehalt und Temperatur, zusammengestellt z. T. nach den Bulletins.

m = Tiefe in Metern, t^0 = Temperatur in °C, S‰ = Salzgehalt in Promille.

Die fettgedruckten Ziffern bei den Meter-Zahlen deuten die Stufenfänge mit dem Planktonnetz an.

Station 11			10			9			8			7		
m	t^0	S‰	m	t^0	S‰	m	t^0	S‰	m	t^0	S‰	m	t^0	S‰
0	2,15	7,05	0	2,55	7,43	0	2,55	7,44	0	—	—	0	2,25	7,59
5	2,11	05	**5**	29	48	**5**	29	57	**5**	2,28	7,50	**5**	12	8,06
50	11	25	**40**	30	50	**40**	28	56	**46**	50	88	**35**	18	86
75	26	34	50	3,11	9,80	50	4,34	10,57				**42**	25	13,01
85	4,54	9,61	60	78	11,62	**70**	5,05	13,82						
90	5,11	10,35	**80**	5,50	14,63	**80**	22	14,81						
105	28	63	**93**	20	15,35									
	6			5			4			3			2	
0	—	—	0	2,35	9,51	0	1,85	13,41	0	1,75	9,46	0	2,20	17,41
5	2,11	8,26	**5**	11	24	**5**	2,07	15,72	**5**	90	10,35	**5**	07	47
29	25	11,91	15	12	11,17	**23**	13	90	**38**	2,57	20,95	20	30	20,50
			22	22	14,09							**31**	32	21,24

Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Station 1			12			13			14			15		
m	t°	S °/₀₀	m	t°	S °/₀₀	m	t°	S °/₀₀	m	t°	S °/₀₀	m	t°	S °/₀₀
0	2,35	17,88	0	2,60	10,12	0	2,70	20,48	0	3,35	20,30	0	3,28	25,21
5	25	99	**5**	19	15,91	**5**	51	34	**5**	2,46	86	**5**	2,58	17
18,5	15	18,17	**20**	1,87	24,18	10	30	21,78	**10**	1,91	23,50	10	62	21
			24	2,89	27,94	**15**	01	24,36	15	2,37	26,69	**14**	60	31,22
			28	3,49	31,94	20	18	26,27	20	70	30,61			
						30	79	31,89	**30**	3,00	32,65			
						49	90	32,38	50	67	34,14			
									76	80	38			

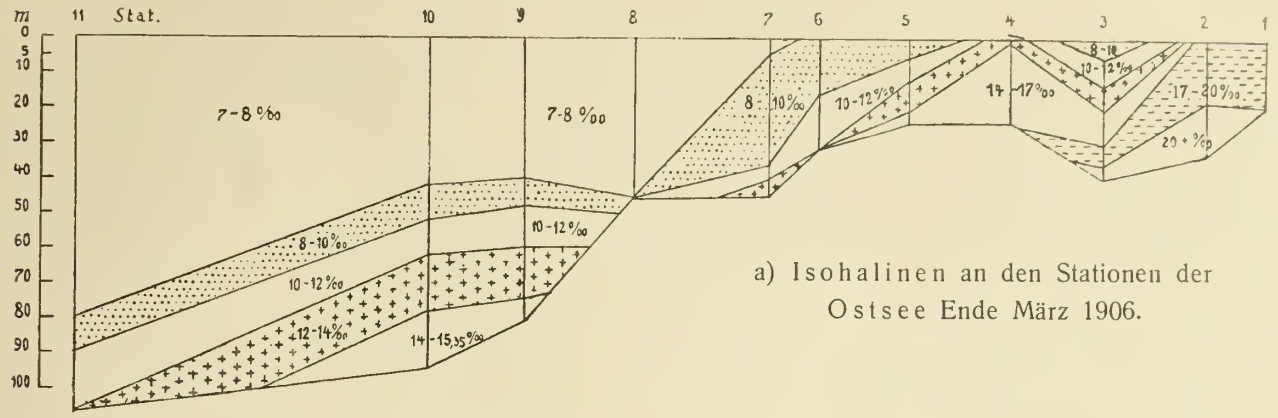
16			17			19			20			21		
0	3,05	24,07	0	3,50	27,25	0	4,80	33,56	0	4,60	34,02*)	0	5,30	34,34
5	2,78	16	5	2,82	23	**5**	37	53	**5**	34	33,37	**5**	4,64	16
10	06	28,03	10	49	29,78	10	3,84	51	15	20	82	20	64	60
15	25	30,52	15	3,19	31,06	20	55	46	30	14	34,25	**30**	66	72
20	3,01	33,08	30	92	33,50	30	81	91	**40**	90	96	50	5,43	35,12
35	80	34,42	50	4,98	34,97	50	4,68	34,52	**55**	5,07	35,05	**87**	41	14
			102	5,21	35,16	**75**	6,09	35,07						
						100	06	25						
						192	5,42	25						

29			22			23			24			25		
0	5,65	33,64	0	6,00	35,26*)	0	6,05	35,35*)	0	5,80	34,97*)	0	6,35	35,41*)
5	20	55	**5**	5,64	05	**5**	5,67	14	5	40	78	5	17	23
20	4,66	34,16	20	52	14	**107**	45	14	**109**	6,23	23	30	17	23
40	5,18	69	**88**	40	25							**100**	08	23
50	65	35,05												
60	77	05												
75	48	23												
104	46	23												

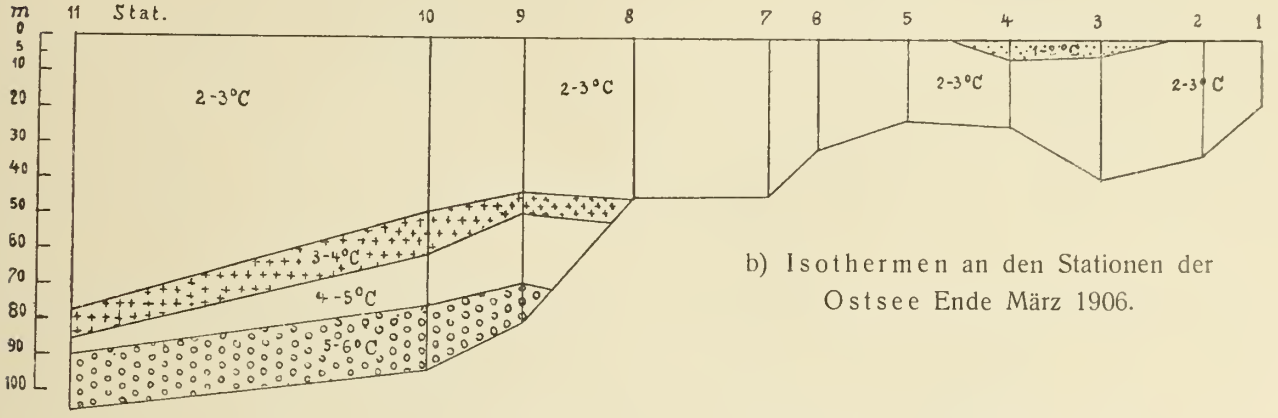
26			30			31			32			33		
0	7,00	35,43*)	0	6,90	35,25*)	0	5,75	35,23*)	0	5,80	35,16*)	0	5,18	33,40
5	6,64	23	**5**	10	05	5	45	34,96	**5**	46	34,69	**5**	4,84	37
40	54	23	**63**	5,25	05	**50**	4,69	96	15	41	69	10	65	37
184	32	23							30	4,30	69	**21**	34	46
									40	28	69			

34			35			36			37			38		
0	5,18	33,40	0	6,05	33,49	0	6,65	32,19	0	6,35	33,03	0	6,85	29,65
5	4,84	37	**5**	5,55	36	**5**	37	23	**5**	5,86	32,97	5	84	58
10	65	37	10	53	37	10	36	23	**24**	45	97	10	86	58
21	34	46	15	4,19	34,33	15	4,01	33,73				15	4,10	33,37
			20	3,99	33	**33**	00	73				**38**	10	91
			40	99	34									

*) Wert nach Aräometerablesung wahrscheinlich etwas zu hoch.



a) Isohalinen an den Stationen der Ostsee Ende März 1906.



b) Isothermen an den Stationen der Ostsee Ende März 1906.

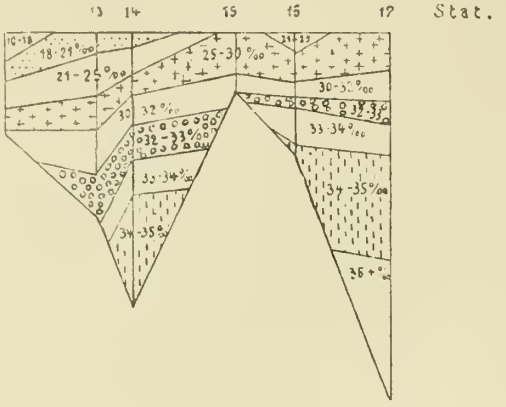
Fig. 3 (a u. b). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Salzgehalt. Die für die östliche Ostsee charakteristische „homohaline Deckschicht“ von 7—8 ‰ Salzgehalt erstreckte sich von Stationen 11—7, wobei die an Station 11 beobachtete Mächtigkeit von 80 m, von der Oberfläche an gerechnet, zunächst dem Bodenrelief entsprechend bis 40 m (Station 8), dann aber plötzlich bis 5 m an Station 7 abnahm; hier befand sich darunter eine verhältnismäßig breite Schicht mit Wasser von 8—10 ‰ Salzgehalt, deren oberflächliche Ausläufer bis Station 5 reichten. Die tieferen Mulden an den Stationen 11—9 enthielten das starksalzige Wasser bis zu 15,35 ‰. Es bestehen also zwischen dem Wasser der oberen und unteren Schichten bedeutende Unterschiede, die sich allerdings auf große Entfernungen (105—80 m) in vertikaler Richtung verteilen. Anders an Station 5, wo die „Darsser Schwelle“ das eigentliche Ostseebecken von der westlichen Ostsee (Beltsee) bis zu einer Tiefe von 18—20 m abschließt. Hier begegnet sich das leichtere bezw. schwerere Wasser beider Meeresteile, so daß bei der verhältnismäßig geringen Tiefe in schneller Aufeinanderfolge der Salzgehalt von 9,51 ‰ bis 14,09 ‰ wechselte. Ganz ähnlich verhielt es sich an Station 3, wo aber wegen der etwas größeren Tiefe (38 m) und ihrer Lage, direkt vor der Einmündung des Großen Belt, der starksalzige Unterstrom sich mehr bemerkbar machte und Wasser von über 20 ‰ Salzgehalt hinzuführte. Die zwischen beiden weiter südlich in der Howachter Bucht liegende Station 4 wurde zurzeit weniger von diesen Vorgängen berührt, so daß eine ziemlich homogene Wassersäule von 13,41—15,90 ‰ sich vorfand. Die Stationen 1 und 2 standen noch ausschließlich unter dem Einfluß des Kattegatstromes, indem der Salzgehalt noch 17,41—21,24 ‰ von der Oberfläche bis zum Grunde betrug.

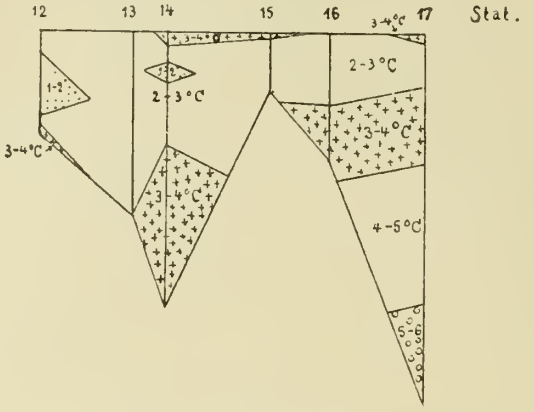
Nach den Aufzeichnungen der Maiterminfahrt 1906 (s. „Bulletins“) finden wir hier in der Oberflächenschicht (5—0 m) nur noch 10—12 ‰ Salzgehalt und das salzreiche Wasser von 17—20+ ‰ auf die untersten etwa 10 m beschränkt. Im Februar 1906 dagegen zeigte Station DO 3, die unserer Station 3

entspricht, (nach den „Bulletins“) mit 19—21 ‰ Salzgehalt noch dasselbe Bild, wie eben für Station 2 angegeben wurde.

Diese drei Beobachtungen (Februar, März, Mai) stehen derart in Zusammenhang, daß die im März konstatierte Verschiebung des salzreichen Wassers weiter nach Westen (im Vergleich zum Februar) den Beginn des gewöhnlich im Frühjahr einsetzenden sogenannten baltischen Stromes anzeigt, und daß in den Mai-Beobachtungen sich die schon recht bedeutende Herrschaft dieses Stromes durch starke Aussüßung des Wassers kundtut. Seine größte Mächtigkeit pflegt er erst im August zu erreichen, d. h. immer nur als Oberflächenstrom. Naturgemäß wird mit seinem Stärkerwerden der entgegengesetzt laufende Unterstrom ebenfalls mächtiger.



c) Isohalinen des Wassers an den Stationen des Kattegats Anfang April 1906.



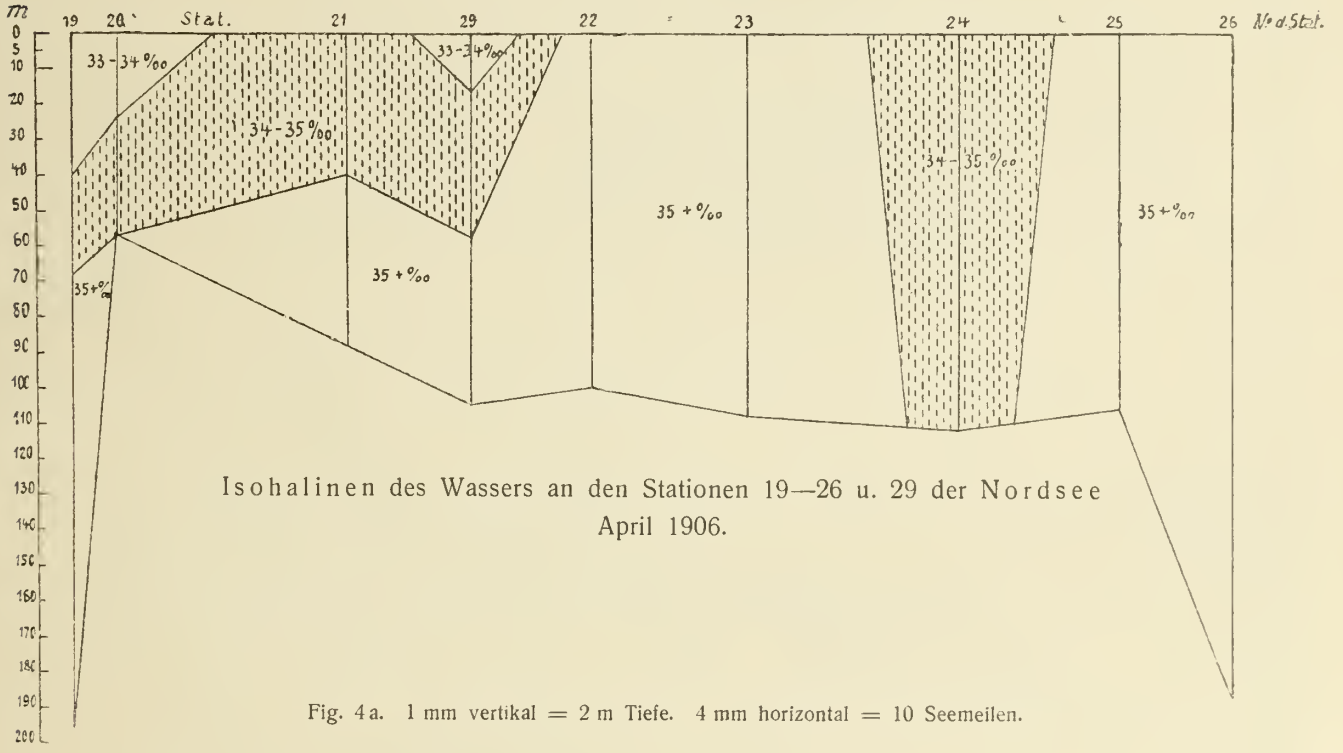
d) Isothermen des Wassers an den Stationen des Kattegats Anfang April 1906.

Fig. 3 (c u. d). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Dieselben Verhältnisse sehen wir gleichzeitig im Kattegat auftreten, nur mit dem Unterschiede, daß der Salzgehalt hier im ganzen höher ist. Da besonders der Sund die Ausflußöffnung des baltischen Stromes ist, tritt dessen Wirkung vor allem an der mehr in der Nähe gelegenen Station 12 hervor, die fast bis 10 m Tiefe noch Wasser unter 18 ‰ Salzgehalt aufwies. In seinem weiteren Verlauf folgt er hauptsächlich der Westküste Schwedens, während der salzreichere, eingehende Strom mehr am Ostrande Jütlands und mehr in der Tiefe fließt, so daß an Station 13 und 14 bis zu einer Tiefe von 15 m infolge des baltischen Stromes relativ salzarmes Wasser von 18—25 ‰, an Station 15 dagegen von der Oberfläche bis zum Grunde solches von 25—32 ‰ sich fand. Die Läsöer Rinne, in der diese Station liegt, stellt eine außerordentlich seichte Eingangspforte von nur 10—20 m Tiefe zwischen der Insel Läsö und Jütland in das Kattegat dar im Vergleich zu dem tieferen westlichen Teile des Kattegats zwischen Läsö und Schweden, der bei einer Tiefe von 60 m (Da 14) bis 90 m (Da 10) als letzter Ausläufer der norwegischen Rinne gilt. Natürlich kann hier das salzreiche Wasser (33—35 ‰) am leichtesten in großer Menge vordringen (bis Da 16 und Da 18, unsere Station 14 liegt zwischen diesen beiden dänischen Stationen), während die flache Schwelle der seichten Läsö-Rinne dies dann verhindert, wenn der in das Kattegat aus der Nordsee eingehende Unterstrom nicht mächtig genug ist. So finden wir nach den in den „Bulletins“ veröffentlichten dänischen Untersuchungen an Station Da 13, die ungefähr mit unserer Station 15 zusammenfällt, im Februar nur Wasser von 32—33 ‰, im Mai dagegen von 0—7 m: 18—23 ‰, von 7—14 m: 23—33 ‰ und in den letzten 6 m Wasser von 33—35 ‰, so daß also auch hier ein Übertritt von sehr stark salzigem Wasser erfolgte, während aber gleichzeitig nach der Oberfläche zu der Salzgehalt in außerordentlich raschem Wechsel bis zu 18 ‰ abnahm und somit ein starker Einfluß des baltischen Stromes angezeigt wurde. Die im April 1906 auf der Helgoländer Fahrt an Station 15 (Da 13) ermittelten Werte bildeten ungefähr eine Mittelstufe zwischen den soeben für Februar und Mai angegebenen, indem der Unterschied zwischen Boden- und Oberflächenwasser bereits deutlicher bemerkbar war (0—12 m: 25,21 ‰; 12—19 m: — 31,22 ‰) als im

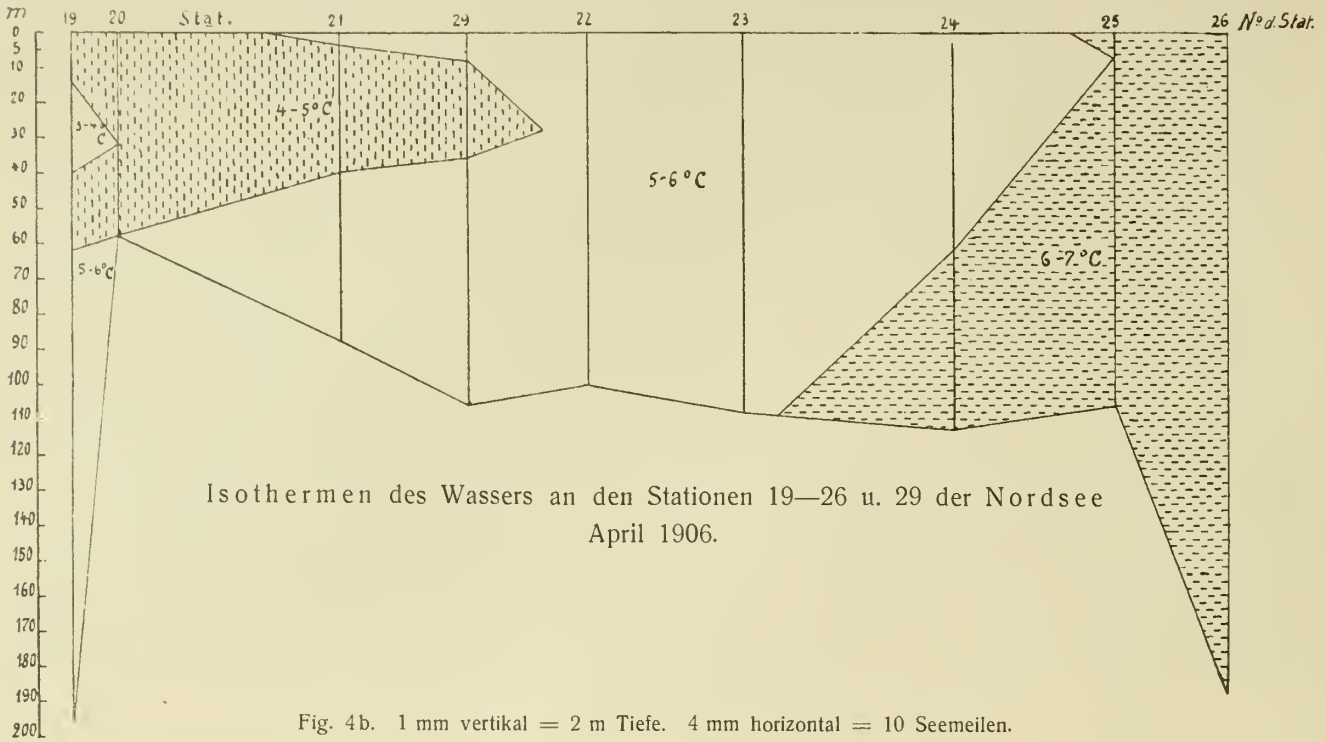
Februar (0—20 m: 32,36 ‰ — 32,90 ‰), aber noch nicht den Grad erreicht hatte, wie oben für den Mai angegeben ist. Die wechselnden Salzgehaltsverhältnisse haben hier große Ähnlichkeit mit den vorher für die Ostseestation 3 (DO 3) angeführten, so daß für beide der gleichzeitig und in gleichem Sinne wirkende Einfluß des baltischen Stromes unverkennbar ist. Wasser über 35 ‰ ist im April 1906 nicht im Kattegat angetroffen worden.

Dieses fand sich erst im Verlauf der Fahrt an der folgenden Station 17 in der Tiefe des Skagerraks von 60—104 m. Die Verteilung dieses Wassers ist für die Beurteilung der hydrographischen Verhältnisse in der Nordsee von besonderer Wichtigkeit. Es ist ozeanischen Ursprungs und dringt, soweit der nördliche und mittlere Teil der Nordsee in Betracht kommen, vom Nordwesten her durch die Pentland-Straße, das breite Tor von Fair-J., zwischen den Orkney- und Shetlands-Inseln und zwischen den Shetlands-Inseln und der norwegischen Küste, dem breitesten und tiefsten Eintrittsgebiet, in die Nordsee ein (Krümmel 19, p. 13). So finden wir es im April 1906 in der Tiefe bis weit in das Skagerrak sich erstrecken (Station 19, 20, 17); an der Oberfläche dagegen blieb es auf den nordwestlichen Teil der Nordsee beschränkt in einer Entfernung von 2—3 ° von der norwegischen Küste (Stationen 26, 25, 23, 22) und erreichte ungefähr mit dem 57. Breitengrad (Station 30) seine südliche Grenze. Bei Station 24 trat das ozeanische Wasser am weitesten von der norwegischen Küste zurück, da hier bereits in der ganzen Wassersäule der Salzgehalt etwas unter 35 ‰ betrug. Die mittlere Nordsee (Stationen 31, 32, 33) hatte einen ziemlich gleichmäßigen Salzgehalt von 34—35 ‰; im südöstlichen Teile (Stationen 34—38) nahm er noch weiter ab (bis 29,65 an Station 38 in 0 m) und ließ deutlich einen starken Einfluß des Landwassers, besonders in den Oberflächen-Schichten erkennen. In der Gegend des Skagerraks (Stationen 17—20) ist die Abnahme des Salzgehalts von (34—27 ‰) zum größten Teil wohl auf Rechnung des baltischen Stromes zu setzen, der, wie aus den Verhältnissen der Ostsee und des Kattegats hervorging, bereits stärker eingesetzt hatte.



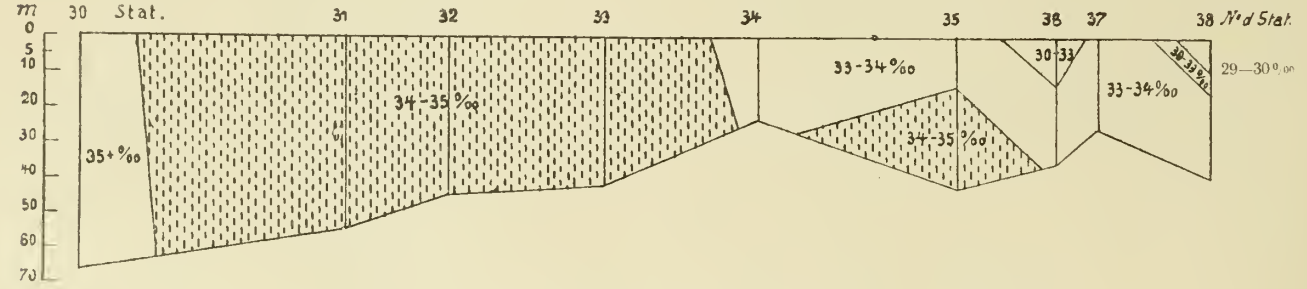
Isohalinen des Wassers an den Stationen 19—26 u. 29 der Nordsee April 1906.

Fig. 4a. 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

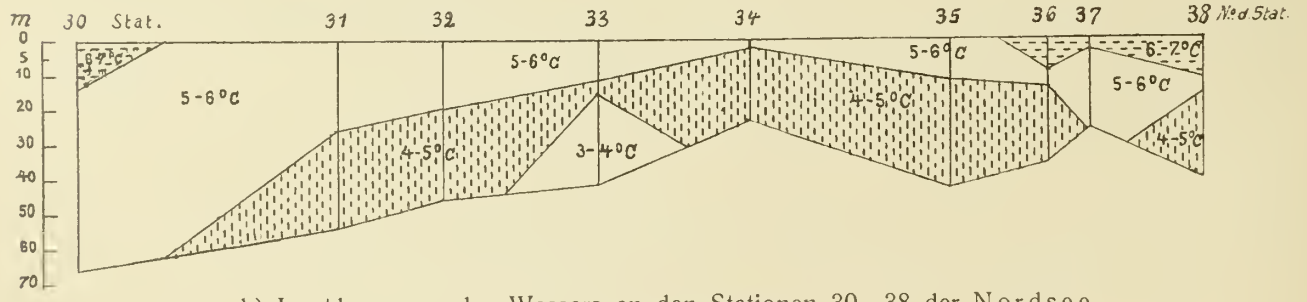


Isothermen des Wassers an den Stationen 19—26 u. 29 der Nordsee April 1906.

Fig. 4b. 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.



a) Isohalinen des Wassers an den Stationen 30—38 der Nordsee April 1906.



b) Isothermen des Wassers an den Stationen 30—38 der Nordsee April 1906.

Fig. 5 (a u. b). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Diese Verteilung des Salzgehalts entspricht in großen Zügen durchaus den Verhältnissen, wie sie Krümmel in seinem Vortrage (19) dargestellt hat. Da die Unterschiede im Salzgehalt in der Nordsee, abgesehen von den inneren Teilen des Skagerraks, im Vergleich zu den Schwankungen der anderen beiden Gebiete nicht bedeutend sind, also auch ihr Einfluß auf die Planktonorganismen nicht sehr differenzierend wirken kann, so scheint mir ein weiteres Eingehen auf die kleineren Abweichungen überflüssig zu sein; auch ist es zurzeit nicht möglich, auf Grund der bisherigen Forschungen diese in ihrer wirklichen Bedeutung zu erkennen.

Ein Vergleich mit den Angaben der „Bulletins" aus anderen Jahreszeiten ermöglicht auch nur einen Einblick nach einem wesentlichen Gesichtspunkt hin. Es zeigt sich nämlich, daß im Februar 1906 das stärker salzige Wasser (35 + ‰[1]) — 34‰) eine bedeutend größere Fläche einnahm als im April, wie auch nach Krümmels Auseinandersetzungen (19, p. 13) zu erwarten ist. Die 35 + ‰-Isohaline umfaßte an der Oberfläche im Februar 1906 auch die Stationen 29, 21 und 31, durch die im April 1906 z. T. schon die 34‰-Isohaline hindurchging, und Wasser von 34‰ Salzgehalt reichte im Februar bis Skagen ins Skagerrak hinein und näherte sich der deutschen Westküste soweit, daß nun auch die Stationen 19, 20, 35, 36 innerhalb der 34‰-Isohaline gelegen haben würden (also einen Salzgehalt von 34—35‰ gehabt hätten), die im April nur noch innerhalb der 33‰-Isohaline lagen, also nur 33—34‰ Salzgehalt aufwiesen. In nächster Nähe der Küste war im April die Aussüßung ebenfalls weiter vorgeschritten, und zwar sowohl in der sogenannten deutschen Bucht (Stationen 37, 38), als auch in den inneren Teilen des Skagerraks, wie schon oben des näheren angegeben ist.

Temperatur. Die Temperatur weist in der Ostsee nicht dieselbe starke Schichtung wie der Salzgehalt auf, sondern verteilt sich über das ganze Gebiet bedeutend gleichmäßiger. Es herrschte in der westlichen Ostsee noch überall von der Oberfläche bis zum Boden vom Winter her eine Temperatur von 2—3° vor, während sie an den östlichen Stationen (8—11) ungefähr bis zur selben Tiefe hinabging, wie das Wasser von 7—10‰ Salzgehalt reichte (50—60 m, an Station 11: 80 m). Darunter nahm die Temperatur ziemlich proportional der zunehmenden Tiefe von 3 bis ca. 5,3° zu. Dieser Wärmegrad pflegt sich ziemlich konstant das ganze Jahr über in der Tiefe zu halten. An den Stationen 3 und 4 war das Wasser bis zu 5 m Tiefe noch etwas unter 2° abgekühlt; 1,75° (Station 3: 0 m) war die niedrigste Messung.

Ebenso trat auch im Kattegat und Skagerrak eine gewisse Abhängigkeit der Temperatur vom Salzgehalt zutage. Das obere Wasser bis zur Tiefe von 20—30 m maß wie in der Ostsee ungefähr 2—3° und entsprach etwa der Schicht, die Wasser bis zu 32‰ Salzgehalt führte. Nur ganz oberflächlich war an einigen Stationen (14, 15, 17) das Wasser infolge des damals gerade herrschenden Frühlingswetters etwas mehr (bis 3,5°) erwärmt. Mit zunehmender Tiefe finden wir auch gleichzeitig mit dem höheren Salzgehalt wärmeres Wasser (Station 17, 102 m: bei 35,16‰: 5,21°).

Bewegten sich die Temperaturschwankungen in der Ostsee und im Kattegat zwischen 1,75 und 5,3°, so in der Nordsee zwischen 3,5° und 7,9°; die Unterschiede betrugen in allen Gebieten also ungefähr gleich viel (3,5°), das Wasser der Nordsee war aber im ganzen um 1—2° wärmer. Das wärmste Wasser fand sich in zwei hydrographisch vollständig verschiedenen Gebieten, so daß auch die Ursachen der stärkeren Erwärmung verschieden zu sein scheinen, und zwar herrschte einerseits an den nördlichsten Stationen (25 und 26) in der ganzen Wassersäule eine Temperatur von etwa 6—7°, die dem hier befindlichen ozeanischen Wasser aus dem Golfstromgebiet erhalten geblieben ist; andererseits machte sich eine stärkere, oberflächliche Erwärmung (bis 5—10 m Tiefe) an den Stationen der südöstlichen Nordsee (36, 37, 38) bemerkbar, die offenbar durch den längeren Einfluß der wärmer gewordenen Witterung hervorgerufen wurde. In dem dazwischenliegenden Gebiet, von Station 25 durch die mittlere Nordsee (Stationen 24, 23, 22, 30—35) hindurch, herrschte eine Temperatur von 5—6° vor. Wärmeres Wasser führten hier die unteren ca. 50 m von Station 24 und die oberen 10 m von Station 30, kälteres Wasser dagegen die untersten 20 m der der Küste nähergelegenen Stationen 31—38. Besonders interessant ist noch der Einfluß des kälteren baltischen Stromes auf die Temperaturverteilung an den Stationen 19, 20, 21 und 29, wo in das 5—6° warme Wasser des nördlichen Gebietes zungenförmig in die mehr oberflächlichen Schichten kälteres Wasser

[1]) 35 + ‰ = Wasser über 35‰ Salzgehalt, der höchste während dieser Fahrt war 35,25‰.

von 3—5° eindringt. Die Tiefen sowohl von 40—60 m an (Stationen 29, 21, 20, 19) als auch die Oberfläche von Station 29 und 21 (bis zu 10 bezw. 3 m) behalten eine Temperatur von 5—6°. Die graphische Darstellung läßt erkennen, daß diese Wirkung bis Station 24, wenn auch in schwächer werdendem Maße, sich erstreckt und daß eine gewisse Ähnlichkeit mit der Verteilung des Salzgehalts besteht.

c) Die Plankton-Volumina.

Die Volumina sind, wie bisher üblich (s. Apstein, 2, p. 9), durch 24stündiges Absetzenlassen bestimmt worden. Die in Kubikzentimetern gemessene Menge wurde, gerade wie bei den durch Zählung erhaltenen Resultaten, mit dem Netzkoeffizienten 80 multipliziert zur Feststellung des Volumens in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche, und durch Division dieses Wertes mit der Meterzahl der durchfischten Wassersäule ergab sich die Menge an Plankton pro 1 cbm Wasser. Hierdurch wird ein Vergleich der in den verschiedenen Tiefen erhaltenen Planktonmengen ermöglicht, d. h. nur dann, wenn der Unterschied zwischen den Längen der durchfischten Wassersäulen nicht zu groß ist.

Wie Hensen ausgeführt (16, p. 38), übt die verschiedenartige Zusammensetzung der Fänge einen zu sehr wechselnden Einfluß auf die Größe des abgesetzten Volumens aus, als daß über die Menge an organisierter Substanz etwas ausgesagt werden könnte. „Bei dem Fang mit dem feinen Netzzeug wird das Volumen fast ausschließend durch Diatomeen und Dinoflagellaten bestimmt". „Ein großes Volumen des Fanges läßt auf ein Überwiegen der Diatomeen, ein kleines auf deren geringe Anzahl schließen"[1]). „Für das Gewicht des Fanges sagt das Volumen nichts Sicheres aus, während 1 ccm Peridineen etwa 0,054 g organische Substanz enthielt, gaben 1 ccm Diatomeen 0,00225 g, also fast 25 mal weniger; da diese beiden Formen in den Fängen in allen möglichen Verhältnissen gemischt vorkommen können, so muß zugegeben werden, daß die Volumenbestimmungen ein absolutes Maß nicht zu geben vermögen". Doch konnte Brandt (4, p. 31) nachweisen, „daß, abgesehen von den drei großen Fängen (im März, April und September 1893), die sehr viel Diatomeen enthalten, beide Werte (nämlich Volumen und Trockengewicht) in bestimmtem Verhältnis zueinander stehen". Es würden also die kleineren Fänge besser unter sich vergleichbar sein, als mit den großen, diatomeenreichen, deren Volumina unverhältnismäßig viel größer sind und mehr an organisierter Substanz zu enthalten scheinen, als die Trockengewichts-Bestimmung und die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung ergibt. Immerhin gewähren diese Volumenbestimmungen, wenn man sich nur ihrer Mängel bewußt bleibt und genügend berücksichtigt, was sie zum Ausdruck zu bringen vermögen und was nicht, einen ersten Überblick über die Planktonverhältnisse, der wesentlich ist, wenn es sich, wie in vorliegendem Falle, darum handelt, zur genaueren Untersuchung durch Zählung geeignete Fänge aus einer größeren Anzahl auszuwählen. Daher möchte ich diese Bestimmungen nicht ganz unterdrücken. (Die Berechnungen der Volumina sind in Tabelle 1 aufgeführt.)

Die nachstehenden graphischen Darstellungen (Fig. 6) zeigen, daß die Planktonvolumina der Ostsee verhältnismäßig geringe Schwankungen aufwiesen, indem sie sich zwischen den Grenzen von 552 und 84 ccm bewegten. Unter dem Mittel von 221 ccm blieben alle Stationen der östlichen Ostsee (6—11) bis auf Station 9 (256 ccm), in der westlichen Ostsee aber nur die Stationen 3 und 4, und hier auch nur um ein geringes. Nach den beiden Gebieten gesondert berechnet, würde sich als Mittel ergeben einerseits 143 ccm für die östliche, andrerseits 325 ccm für die westliche Ostsee, so daß auch hier wieder die früher schon wiederholt konstatierte größere Reichhaltigkeit des westlichen Teiles gegenüber dem östlichen an Plankton (besonders an Diatomeen) zutage tritt.

Die Mehrzahl der Nordseefänge brachte beträchtlich größere Mengen, einige aber bedeutend weniger als der kleinste Fang der Ostsee. Das Mittel betrug 654 ccm unter 1 qm Oberfläche. Die größten Unterschiede zeigten sich unter den Stationen, die dem Westrande der norwegischen Rinne folgend über 100 bis 200 m Tiefe liegen (19—25, 29, 30). Die Volumina der 4 Stationen 19, 21, 29, 24, die sich alle über dem Mittel hielten, gehören dem Wasser unter 35 ‰ an, während die der anderen Stationen (30, 22, 23,

[1]) Soweit der Wert dieser Volumenbestimmungen in Frage steht, ist Lohmann (21) neuerdings auf anderem Wege (durch Vergleich mit seinem „Rechenvolumen") zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen: „Das Volumen durch Absetzenlassen bringt also im wesentlichen nur zum Ausdruck, welchen Gang die Bevölkerungsdichte der Chaetoceras nimmt".

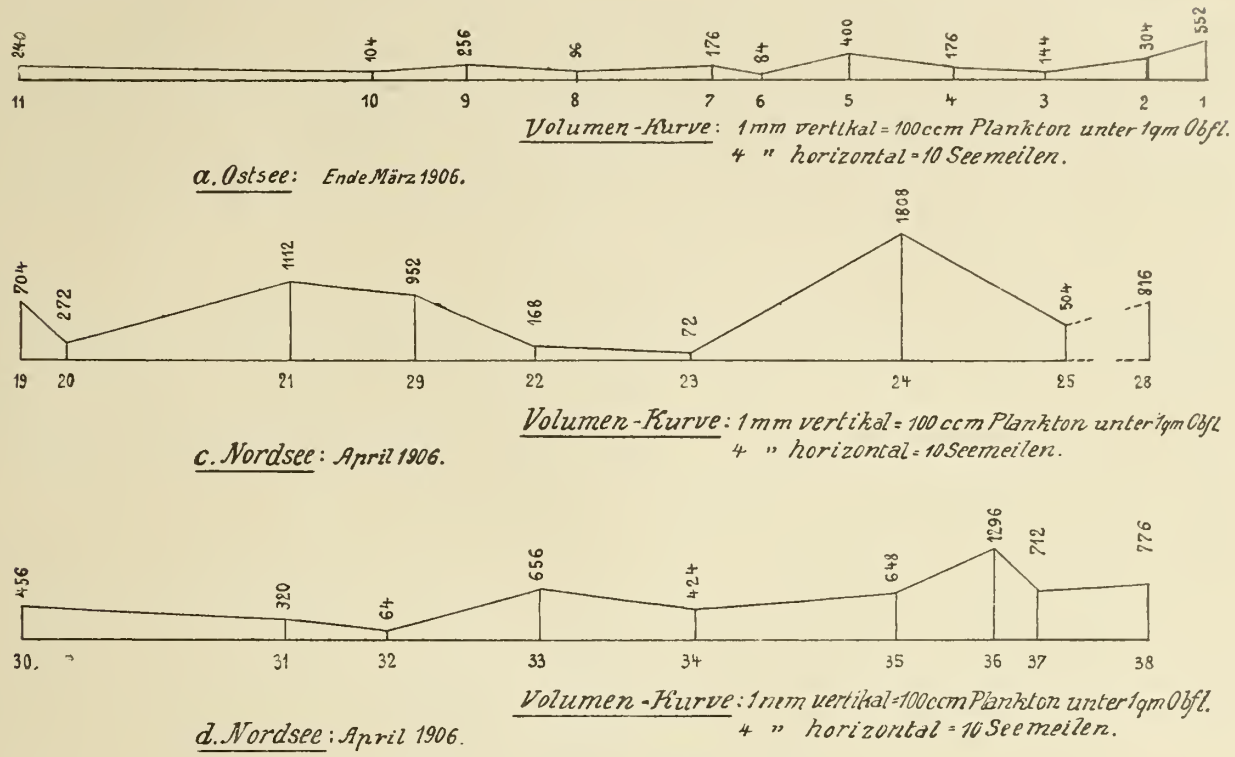
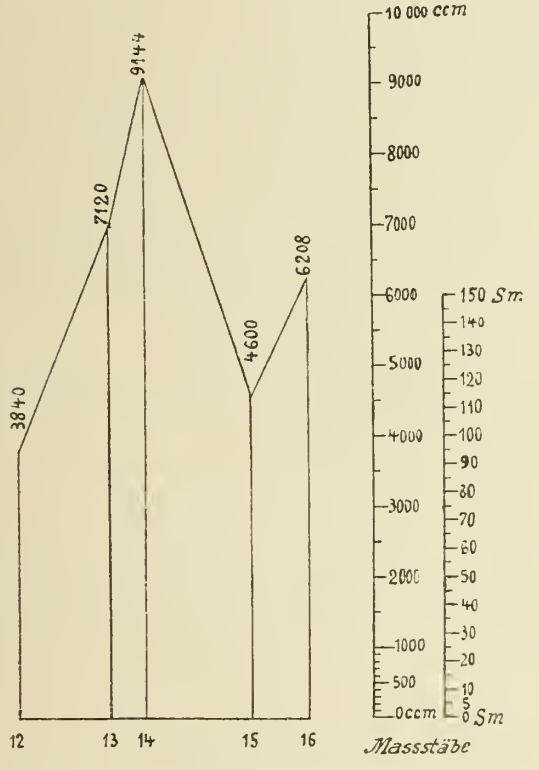


Fig. 6 (a, c u. d). (Maßstab s. Fig. 6b.)



Kattgat: April 1906
Volumen-Kurve: 1 mm vert. = 100 ccm Plankton unter 1 qm Obfl.
4 " horizont. = 10 Seemeilen.

Fig. 6b.

25) unter dem Mittel blieben und gleichzeitig aus Wasser von mehr als 35 ‰ Salzgehalt stammten. Es macht sich hier sicher der Einfluß der Küste auf die Diatomeenwucherung bemerkbar, sei es, daß die Stationen der Küste näher liegen, wie 19, 21, 29, sei es, daß der Einfluß des Küstenwassers weiter in die See hinausreicht, wie an Station 24. Dieser Unterschied ist besonders an den Stationen 23 und 24 gut ausgeprägt, wo das größte, überhaupt in der Nordsee gefundene Volumen von 1808 ccm unter 1 qm (Station 24) dem fast kleinsten von 78 gegenübersteht, obgleich beide Stationen verhältnismäßig nahe beieinander liegen, aber, wie wir oben gesehen hatten, hydrographisch eben durchaus verschieden sind.

Die Fänge der mittleren und südöstlichen Nordsee hielten sich ihrem Volumen nach alle ungefähr in der Nähe des Mittels, bis auf Station 32, die mit 64 ccm das überhaupt kleinste Volumen aufwies. Auch hier ist nach der graphischen Darstellung gut zu beobachten, wie gleichzeitig mit Annäherung an die Küste die Volumina an Größe zunehmen.

Von allen diesen Fängen unterschieden sich die des Kattegats ganz bedeutend durch ihr sehr viel größeres Volumen, das durch starke, vielleicht maximale Wucherung der Diatomeen hervorgerufen wurde. Das Mittel von 6200 ccm unter 1 qm Oberfläche übertrifft das der Nordsee um das 10fache und das der Ostsee um das 30fache. Wie sehr diese Verhältnisse von den Diatomeen abhängig sind, zeigt sich deutlich wenn man daneben die Zahlen, die ich vorgreifend hier anführen möchte, betrachtet.

Die zweite Zeile dieser Tabelle enthält das mittlere Volumen in ccm aus den gezählten Fängen. Nur diese kommen in Betracht, wenn das Volumen mit den Zahlenergebnissen verglichen werden soll. Von dem aus allen Fängen gebildeten Mittel weicht das Mittel dieser gezählten Fänge aber nur sehr wenig ab (vergl. mit Zeile 1 der Tabelle 3); für die Ostsee und das Kattegat ergeben sich etwas kleinere Werte, für die Nordsee ein etwas größerer, so daß auch die beiden Quotienten Kattegat:Nordsee und Kattegat:Ostsee (rechts in Tabelle 3) je unter sich verglichen nur wenig voneinander verschieden sind. Es zeigt diese

Tabelle 3.

Zusammengestellt aus Tabelle 1 für die Volumenangaben und aus Tabelle A für die Zahlenangaben.

			Ostsee	Kattegat	Nordsee	Quotient Kattegat / Ostsee	Quotient Kattegat / Nordsee
1.		Mittleres Volumen in ccm, berechnet aus allen Fängen, unter 1 qm Oberfläche	221	6200	654	28	9,5
2.		Mittleres Volumen in ccm, berechnet aus den gezählten Fängen, unter 1 qm Oberfläche	205	6176	756	**30,3**	**8,2**
3.		aller Diatomeen	196 Millionen	7100 Millionen	2052 Millionen	**36**	**3,4**
	a)	der Chaetoceras	120 Millionen	4700 Millionen	1255 Millionen	**39**	**3,5**
	b)	der Biddulphien	0,075 Millionen	15 Millionen	46 Millionen	200	0,3
	c)	der Coscinodiscen und Thalassiosiren	23 Millionen	170 Millionen	84 Millionen	7,5	2,0
	d)	der Rhizosolenien	0,024 Millionen	140 Millionen	5 Millionen	5800	28
	e)	der „andern Diatomeen“	53 Millionen	2100 Millionen	700 Millionen	**40**	**3,0**
4.		der Ceratien	170 Tausend	1200 Tausend	3100 Tausend	7	0,4
5.		der Copepoden	68 Tausend	144 Tausend	89 Tausend	2,1	1,6
6.		der Nauplien	260 Tausend	410 Tausend	250 Tausend	1,6	1,6
7.		der Coelenteraten	48	1500	3400	31	0,44
8.		der Echinodermenlarven	—	740	33000	—	0,02
9.		der „Vermes“	13 Tausend	19 Tausend	41 Tausend	1,5	0,5
10.		der „Crustaceen exkl. Copepoden“	16	4500	4200	260	1
11.		der „Mollusken“	2200	37 Tausend	43 Tausend	16,8	0,8
12.		der Tunicaten	—	1200	384 Tausend	—	0,003

Mittlere Anzahl unter 1 qm Oberfläche

Zusammenstellung auch, daß die Auswahl der gezählten Fänge günstig genug getroffen wurde, um ein in hohem Grade denjenigen Verhältnissen ähnliches Bild zu bekommen, wie es aus der Gesamtzahl der Fänge überhaupt zu ermitteln möglich gewesen wäre.

Wäre das Volumen in gleichem Verhältnis von den Organismen abhängig, so müßten die genannten Quotienten (Tabelle 3) sowohl der Volumina als auch der Zahlen unter sich übereinstimmen. Dieser Bedingung kamen am meisten nahe die Quotienten für „alle Diatomeen" (Zeile 3), für die Chaetoceras (Zeile 3^a) und für die „anderen Diatomeen" (Zeile 3^e). Unter den Diatomeen beherrschten die Chaetoceras-Arten auch absolut genommen die Zahlen, so daß erklärlicherweise die Quotienten für „alle Diatomeen" und die Chaetoceras fast ganz genau übereinstimmen, während die „andern Diatomeen" etwas mehr abweichen. In der Ostsee kam für letztere nur *Sceletonema* in Betracht, im Kattegat und in der Nordsee außerdem noch *Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula* sp. sp., *Leptocylindrus danicus, Lauderia borealis, Coscinosira polychorda* und z. T. *Asterionella* und *Eucampia*. Auffallenderweise geben die Zahlen für alle diese Organismen ein noch nicht $^1/_2$ so großes Übergewicht des Kattegats über die Nordsee an (Quotient 3,0—3,5) wie das Volumen (8,2), so daß also das verhältnismäßig größere Volumen in diesem Falle z. T. wohl auch durch andere Organismen hervorgerufen ist; am nächsten liegt es wohl, *Rhizosolenia* dafür verantwortlich zu machen, die neben einem hohen Quotienten, Kattegat:Nordsee = 28, auch absolut eine ziemlich hohe Zahl (140 Millionen unter 1 qm Oberfläche durchschnittlich im Kattegat) aufwies. Biddulphia kann trotz ihres ebenfalls hohen Quotienten nicht in Betracht kommen, da sie nur mit 15 Millionen unter 1 qm vertreten war. Die Coscinodiscen und Thalassiosiren scheinen nur einen geringen Einfluß zu haben, die Ceratien offenbar noch viel weniger, da einerseits ihre absoluten Zahlen nur verhältnismäßig klein sind und andererseits im Kattegat sogar nur $^1/_2$ soviele (Quotient 0,54) wie in der Nordsee vorhanden sind, während das Volumen der Kattegat-Fänge 8mal so groß wie das der Nordsee-Fänge ist. Von den Protozeen ist wegen der geringen Anzahl und ihrer Kleinheit wohl überhaupt kein Einfluß auf das Volumen zu erwarten, daher habe ich sie in dieser Zusammenstellung fortgelassen. Bei den Metazoen weichen die Quotienten der Zahlen durchgehends recht bedeutend von denen des Volumens ab; wie sehr durch ihre Größe das Mißverhältnis teils verstärkt, teils kompensiert wird, vermag ich nicht zu erkennen, es scheint mir auch nicht möglich, das im einzelnen an den vorliegenden Fängen genauer zu untersuchen.

Als wesentlich geht aus dieser Zusammenstellung hervor, daß die Quotienten der Volumina und die der Diatomeen einander am nächsten stehen, ein Umstand, der an sich zwar zufällig sein könnte (vergl. Tabelle 3, Zeile 7 für Coelenteraten), in diesem Falle sich aber mit der Wirklichkeit deckt, da die Diatomeen trotz ihrer Kleinheit durch die ungeheuer großen Zahlen und ihre sperrigen Formen sicher von hervorragend bestimmendem Einfluß auf die Größe des Volumens sind.

Ein Vergleich der Volumina in den verschiedenen Wasserschichten (Angaben darüber finden sich in Tabelle 1) zeigt im wesentlichen nur das bedeutende Übergewicht an Menge, das die Fänge aus 5 m Tiefe (im Kattegat bis zu 20—30 m) über die aus den darunter liegenden Schichten haben. Von weitaus größerer Bedeutung ist es, zahlenmäßig den Einfluß der einzelnen Arten auf diese Verhältnisse kennen zu lernen, doch muß ich hierüber auf das Folgende verweisen.

d) Die Verbreitung der wichtigsten Planktonorganismen in Ostsee, Kattegat und Nordsee, dargestellt nach den Fängen im März-April 1906.

Die Diatomeen.

Bei der Fülle von Diatomeen-Arten, die uns gerade im Frühjahr entgegentritt, wird durch die mannigfachen Schwankungen der Zahlen von Station zu Station und in den verschiedenen Stufenfängen von Tiefe zu Tiefe die Übersicht über die Verbreitung der Arten außerordentlich erschwert. Die folgende Tabelle 4 mag daher zunächst das zahlenmäßige Verhältnis der wichtigsten Diatomeengruppen zusammenfassend veranschaulichen.

Tabelle 4.
(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Nr. der Station	Berechnet auf 1 qm Oberfläche				
	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-, Thalassiosira-Arten und Coscinosira	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	die „andern Diatomeen“
11	120 000 000	32 000 000	—	—	11 800 000
10	18 000 000	13 000 000	—	×	6 800 000
7	190 000 000	43 000 000	—	4 000	42 200 000
5	200 000 000	24 000 000	—	8 000	180 000 000
2	72 000 000	860 000	118 000	366 000	25 400 000
12	7 000 000 000	204 000 000	108 940 000	13 000 000	844 000 000
13	2 900 000 000	151 000 000	122 200 000	15 400 000	3 311 000 000
14	6 900 000 000	280 000 000	155 058 000	31 310 000	3 364 000 000
15	2 000 000 000	44 000 000	177 600 000	740 000	773 000 000
19	880 000 000	104 000 000	15 000 000	8 000	65 400 000
21	3 000 000 000	51 000 000	4 360 000	×	77 500 000
23	14 000 000	1 700 000	186 000	×	4 400 000
24	3 000 000 000	105 000 000	4 320 000	×	235 000 000
28	1 800 000 000	234 000 000	8 000 000	48 000	64 000 000
32	8 400 000	450 000	1 430 000	×	1 500 000
37	83 000 000	94 000 000	30 000	740 000 000	4 490 000 000

Die Chaetoceras-Arten waren im Vergleich zu den anderen Diatomeen-Gattungen fast überall am zahlreichsten vertreten (Ausnahme nur Station 37, wo *Asterionella* häufiger war). Dann folgten als die nächsthäufigen in ihrer Gesamtzahl die unter den „anderen Diatomeen“ zusammengefaßten Arten. Es sei kurz vorausbemerkt, daß hierfür in der Ostsee nur *Sceletonema* und im westlichen Teile (Station 2) auch noch *Thalassiothrix nitzschoides* in Betracht kamen, im Kattegat aber (Station 12—15) folgende Arten dominierten: *Sceletonema, Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula*-Arten, *Leptocylindrus, Lauderia borealis;* in der nördlichen Nordsee (Station 19—28): *Sceletonema, Nitzschia seriata, Navicula*-Arten, *Thalassiothrix nitzschoides, Lauderia borealis;* in der südöstlichen Nordsee vor allem *Eucampia* (Station 32) und *Asterionella* (Station 37), dann *Sceletonema* und *Thalassiothrix nitzschoides.* Die Arten sind nach dem Häufigkeitsgrad geordnet aufgeführt, nur hin und wieder kommen kleine, unwesentliche Abweichungen von dieser Reihenfolge vor, auf die ich später im einzelnen noch zu sprechen komme.

In weiterem Abstande kommen die Coscinodiscen und Thalassiosiren an die Reihe, die zusammen ungefähr 7 sicher bestimmte Arten umfaßten. Die Gruppe der „anderen Diatomeen“ setzte sich zwar aus 24 Arten zusammen, von denen aber auch nur 6—7 in bezug auf die Anzahl von wirklich ausschlaggebender Bedeutung waren, so daß also die „anderen Diatomeen“ nicht infolge ihrer größeren Artenzahl an zweiter Stelle stehen. Noch spärlicher waren vertreten die Rhizosolenien und schließlich die Biddulphien, obgleich die Anzahl der aufgefundenen Arten ebenfalls 8 bezw. 7 betrug.

Chaetoceras.

In der Ostsee waren die Unterschiede zwischen den Gesamtzahlen der Chaetoceras nicht sehr groß; es befanden sich unter 1 qm Oberfläche an Station 11: 120 Millionen, an Station 10: 18 Millionen, an Station 7: 190 Millionen und an Station 2: 72 Millionen Zellen. Die z. T. geringe Abnahme der Gesamtzahlen von Stationen 5—11 wurde dadurch hervorgerufen, daß einige Arten im Osten verschwinden, denn die an Station 10 und 11 anzutreffenden Arten *Ch. danicum, holsaticum* und *Wighami* sind an Station 11 sogar noch häufiger geworden als vorher im westlichen Teile der Ostsee. An Station 7 kamen die Arten *Ch. subtile* und *debile* neu hinzu, an Station 5: *Ch. breve, decipiens, diadema,* an Station 2 auch noch *Ch. boreale* und *didymum.* Die Schwankungen in den Zahlen scheinen vor allem darauf hinzuweisen, daß die Wucherungsperiode der Chaetoceras in verschiedenen Stadien ihres Beginnes angetroffen ist.

Im Kattegat, wo das Diatomeenwachstum in voller Blüte stand, kamen noch eine ganze Reihe weiterer Arten hinzu. Es traten am meisten hervor *Ch. diadema, decipiens* und *debile* mit ungefähr

je 100—1000 Millionen Zellen unter 1 qm. Noch weit größere Mengen brachte das neu hinzugekommene *Chaetoceras sociale* hervor, das mit 1—5 Milliarden Zellen unter 1 qm die größten Zahlen erreichte. Die Zahlen für diese Form sind jedoch etwas unsicherer als die für die andern Arten, da die zu Kolonien oder Bruchstücken von Kolonien zusammenhängenden Zellen nicht immer einzeln gezählt wurden. Große Kolonien, die den Eindruck machten, als seien sie vollständig erhalten, umfaßten im Durchschnitt etwa 300 Zellen. Es waren aber nur relativ wenig davon vorhanden, die meisten waren in Buchstücke zerfallen, deren Zellenanzahl taxiert wurde; den Hauptanteil bildeten die einzelnen oder zu kleinen, leicht zählbaren Büscheln zusammenhaftenden Zellen. Diese wurden trocken gezählt. Trotzdem konnten sie nach der charakteristischen Stellung der Hörner mit Sicherheit bestimmt werden, während andere ebenso zarte Arten wie *Ch. sociale,* bei der Trockenzählung nicht immer gut zu erkennen waren, wie z. B. *Ch. holsaticum, simile, contortum, Wighami, gracile* und andere. Daher finden sich auch an jeder Station, wo die ungeheuere Menge der Diatomeen zur Trockenzählung zwang, unter sp. sp. eine beträchtliche Anzahl angeführt. Unter den besonders zahlreich auftretenden Arten, die neu hinzugekommen sind, ist auch *Ch. laciniosum* zu nennen (Stationen 13 und 14: über 100 Millionen unter 1 qm). Auch die übrigen Arten folgten in nicht zu weitem Abstand mit je einigen 10 Millionen. Dem Kattegat gehörten alle 24 überhaupt sicher bestimmten Arten an, außer *Chaetoceras atlanticum,* das erst an Station 19 zum ersten Male angetroffen wurde.

In der Nordsee fanden sich diese Arten aber nicht überall wieder vor, besonders im mittleren Teile (Stat. 31, 32), und im südöstlichen Küstengebiet hatte die Artenzahl beträchtlich abgenommen, indem von Station 31 an *Ch. breve, constrictum, criophilum, curvisetum, Schütti, simile* und *sociale* überhaupt nicht mehr angetroffen wurden, andere aber nur vereinzelt vorkamen, wie *Ch. atlanticum* (Stat. 32), *densum* (Stat. 33), *laciniosum* (Stat. 32), *scolopendra* (Stat. 32, 36, 37), *Willei* (Stat. 32, 36). Die Übersicht in Tabelle 4 zeigt, daß auch die Zahlen hier bedeutend abgenommen haben: an den Stationen 28, 24 und 21 waren es noch 1800—3000 Millionen, an Station 32 dagegen 8 Millionen und an 37, die der Küste wieder näher lag, 83 Millionen Zellen unter 1 qm. Diese wurden hauptsächlich gebildet aus *Chaetoceras teres* (12000000), *debile* (50000000), *decipiens* und *diadema* mit je 9000000 unter 1 qm.

Im nördlichen Teile der Nordsee (Stationen 17—30) traten neben den ebenfalls sehr häufigen Arten *Ch. decipiens* und *debile* besonders *Ch. constrictum* und *laciniosum* in den Vordergrund.

Die Abhängigkeit dieser Verteilung von den hydrographischen Verhältnissen kann nach zwei Richtungen hin hervortreten: 1. Die Schwankungen in der Häufigkeit, die einen jahreszeitlichen periodischen Wechsel im Auftreten der Diatomeen kennzeichnen, können durch parallel verlaufende hydrographische Veränderungen bedingt sein; doch läßt sich dies nur im Zusammenhang mit vor- und nachher gemachten Beobachtungen derselben Gegend mit genügender Sicherheit erkennen. Die vorliegenden Beobachtungen machen nur wahrscheinlich, daß im Kattegat ein Maximum angetroffen wurde, im übrigen Gebiet, je nach der Häufigkeit, ein früheres oder späteres Stadium der Wucherung. 2. Soweit der Salzgehalt der Verbreitung überhaupt bestimmte Grenzen zieht, läßt sich auch nach dem vorliegenden Material mit einiger Bestimmtheit die Abhängigkeit von einem schwächeren oder stärkeren Salzgehalt zuweilen erkennen.

So finden wir für *Chaetoceras danicum,* das in der östlichen Ostsee am häufigsten war (Station 10, 5—0 m : 1200000 Zellen in 1 cbm), im Kattegat an den Stationen 12, 13 und 15 nur so wenig vertreten, daß eine Zählung neben den häufigeren Arten nicht möglich war; an Station 14 wurde in der 10—5 m-Schicht für das Kattegat die höchste Zahl von nur 480000 Zellen in 1 cbm (für *Ch. danicum*) konstatiert. Noch deutlicher sprechen die Zahlen für *Ch. holsaticum* und *Wighami* für eine Bevorzugung des schwächeren Salzgehalts, da diese Arten einerseits nur in der Ostsee und im Kattegat vorkamen, andererseits im Kattegat in der 5—0 m-Schicht, die, wie wir oben sahen, den schwächsten Salzgehalt enthielt, am häufigsten waren, was sonst, wie später gezeigt werden soll, an den Kattegatstationen nicht die Regel war. (*Chaetoceras holsaticum* pro 1 cbm: Station 12, 5—0 m: 7400000; 21—5 m: 1000000; 28—21 m: 170000; Station 14, 5—0 m: 1900000; 10—5 m: ×; 30—10 m: 120000; 75—30 m —. *Chaetoceras Wighami* pro 1 cbm: Station 12, 5—0 m: 1200000; 21—5 m: 1200000; 28—21 m: ×. Station 14, 5—0 m: 1900000; 10—5 m: 560000; 30—10 m: ×; 75—30 m: 35000. Ähnlich ist es an Station 13 auch. Station 15 ist nicht so beweiskräftig, da hier wegen der geringen Tiefe [15 m] nur 2 Stufen vorliegen, von denen die obere auch von den andern Diatomeen bevorzugt wird.)

Andererseits befanden sich die Arten *Ch. breve, debile, decipiens,* die im Kattegat und in der Nordsee häufig sind, jetzt nur bis höchstens Station 7 nach Osten hin in der Ostsee, hier aber in den tieferen Schichten mit dem stärker salzhaltigen Wasser zahlreicher (Station 5: *Ch. breve*: 5—0 m —; 21—5 m: 28000. *Ch. debile*: 5—0 m: —; 21—5 m: 2500. *Ch. decipiens*: 5—0 m: —; 21—5 m: 1800 pro 1 cbm).

Ein Vergleich der Zahlen aus dem Kattegat und der Nordsee zeigt aber auch ähnliche Unterschiede in der Tiefenverteilung, doch waren die Fälle nicht so häufig und einstimmig, da ja auch der Salzgehalt nicht so stark schwankt, so daß eine Abhängigkeit davon nach dem Vorliegenden nicht konstatiert werden kann.

Dauersporen, die fast gleichzeitig mit dem Höhepunkt der Wucherung sich zu bilden pflegen, wurden gefunden für die Arten: *Ch. debile, diadema, holsaticum, laciniosum, simile, sociale* und *teres,* und zwar in großer Anzahl naturgemäß an den Stationen des Kattegats.

Die Tiefenverteilung, die oben schon gestreift wurde, läßt sich im einzelnen außerordentlich schwer nach bestimmten Gesichtspunkten befriedigend deuten. Im allgemeinen sind die obersten Schichten merklich dichter bevölkert. Wo nur die 5—0 m-Schicht abgespalten wurde und darunter eine Wassersäule von beträchtlicher Tiefe sich fand (z. B. Station 23:5—0 m, 107—5 m) wird der Unterschied zwischen den auf 1 cbm umgerechneten Zahlen z. T. auch dadurch herbeigeführt, daß für die untere Schicht bei Reduzierung durch Division mit der durchfischten Meterzahl auf 1 cbm ein unverhältnismäßig kleiner Wert sich ergibt; aber das trifft auch nur dann zu, wenn eben die Menge nach der Tiefe zu abnimmt und der für 1 cbm gewonnene Wert nicht an jeder Stelle der Wassersäule Gültigkeit haben kann. Daher greife ich zur Veranschaulichung der Tiefenverteilung diejenigen Stationen heraus, wo mehrere Stufen untersucht sind:

an Station 19 betrugen in	191—75 m	75—5 m	5—0 m
pro 1 cbm alle Chaetoceras-Zellen	38 000	5 500 000	99 000 000
Verhältnis ca.	1	: 145	: 2600

an Station 21 betrugen in	87—30 m	30—5 m	5—0 m
pro 1 cbm alle Chaetoceras-Zellen	6 400 000	28 000 000	386 000 000
Verhältnis ca.	1	: 4,4	: 60

Wir sehen also ein gewaltiges Übergewicht an Chaetoceras in den oberen Schichten. Ähnliche Resultate ergaben auch Apsteins Zusammenstellungen für Mai 1903 (2, p. 17 ff.), wo nach Apstein bei ziemlich gleichem Salzgehalt wie hier (33—35‰) der Einfluß des Lichtes besonders hervortritt.

Ganz anders gestalten sich dagegen die Verhältnisse im Kattegat und in der östlichen Ostsee, wo auch der in den verschiedenen Schichten stark wechselnde Salzgehalt mehr zur Geltung kommt als der Einfluß des Lichtes. Es fanden sich pro 1 cbm an:

Station 12 in		28—21 m	21—5 m	5—0 m
		35	408	59
Verhältnis		1	: 11,7	: 1,7
Station 13 in	49—30 m	30—15 m	15—5 m	5—0 m
	2	287	63	450
Verhältnis	1	: 144	: 32	: 225
Station 14 in	75—30 m	30—10 m	10—5 m	5—0 m
	1,3	1200	570	230
Verhältnis	1	: 920	: 440	: 177
Station 15 in			13—5 m	5—0 m
			37	420
Verhältnis			1	: 11,4

Millionen Chaetoceras-Zellen

Die kleinsten finden sich jedesmal in den tiefsten Schichten, in denen das Licht nicht mehr die genügende Wirksamkeit hat. Dann aber steigen an den Stationen 12 und 14 die Zahlen nicht parallel der zunehmenden Lichtintensität, sondern von 21—5 m bezw. 30—10 m sind die größten Mengen vorhanden. Besonders auffallend ist dieser Unterschied an Station 12, wo in 5—0 m nur etwa $^1/_9$ der Menge in der 21—5 m-Schicht konstatiert wurde. Wir hatten vorher gesehen, daß ganz bestimmte Arten durch den Einfluß des gerade hier sehr schwachsalzigen Wassers (bis 8 m nur 10—18 ‰) in ihrer Produktion gehindert wurden. Die Abnahme an Chaetoceras in der 10—5- und 5—0 m-Schicht an Station 14 wird daher wohl in derselben Ursache ihren Grund haben. An Station 13 war die 15—5 m-Schicht auffallend dünn bevölkert, während in der 5—0 m-Schicht die überhaupt größte Anzahl an dieser Station angetroffen wurde; diese Zunahme erstreckt sich auf alle Arten, so daß hier wohl nicht der Einfluß des Salzgehalts vorherrschte, obgleich er sich in seiner Verteilung nicht wesentlich von dem an Station 14 unterschied.

In der Ostsee sind die Stationen 7 und 10 besonders interessant, da hier in der Tiefe, die das salzreiche Wasser enthielt, wiederum eine Zunahme der Chaetoceras zu konstatieren war. Es fanden sich pro 1 cbm an

Chaetoceras-Zellen

Station 7 in	43—35 m	35—5 m	5—0 m
	1 700 000	230 000	16 400 000
Verhältnis	7,4 :	1 :	71

Station 10 in	93—80 m	80—40 m	40—5 m	5—0 m
	43 000	35 000	230 000	1 700 000
Verhältnis	1,2 :	1 :	6,6 :	49

An der Oberfläche überwogen die Zahlen jedoch ganz bedeutend.

Die übrigen Diatomeen-Arten verhielten sich im allgemeinen ganz ähnlich wie die Chaetoceras, wie die folgende Zusammenfassung zeigen mag:

Tabelle 5.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Anzahl der Zellen in den verschiedenen Tiefen pro 1 cbm Wasser.

Nr. der Station	Tiefe in m	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-Arten und Coscinosira	Thalassiosira-Arten	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	Die „andern Diatomeen“
10	5—0	1 700 000	160	640 000	—	—	1 200 000
	40—5	230 000	—	172 000	—	—	7 800
	80—40	35 000	40	80 000	—	—	8 600
	93—80	43 000	×	59 000	—	—	12 300
7	5—0	16 400 000	320	2 700 000	—	—	7 360 000
	35—5	230 000	—	530 000	—	130	35 000
	43—35	1 700 000	2 000	1 700 000	—	—	552 000
12	5—0	59 000 000	640	1 000 000	1 700 000	64 000	63 000 000
	21—5	408 000 000	165 000	12 000 000	5 900 000	705 000	33 000 000
	28—21	35 000 000	65 000	1 400 000	800 000	200 000	1 700 000
13	5—0	450 000 000	9 000	8 300 000	15 000 000	660 000	570 000 000
	15—5	63 000 000	61 000	5 100 000	1 400 000	320 000	32 400 000
	30—15	287 000 000	1 200	3 700 000	2 100 000	510 000	12 500 000
	49—30	2 000 000	800	70 000	85 000	69 000	136 000
14	5—0	230 000 000	8 000	6 100 000	6 000 000	260 000	314 000 000
	10—5	570 000 000	10 000	26 200 000	16 000 000	1 700 000	280 000 000
	30—10	1 200 000 000	5 000	5 700 000	1 700 000	1 000 000	18 000 000
	75—30	1 300 000	7 000	34 000	45 000	30 000	600 000

Tabelle 5. (Fortsetzung.)

Nr. der Station	Tiefe in m	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-Arten und Coscinosira	Thalassiosira-Arten	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	Die „andern Diatomeen“
15	5–0	420 000 000	21 000	6 600 000	27 000 000	67 000	130 000 000
	13–5	37 000 000	2 900	900 000	6 500 000	50 000	14 200 000
19	5–0	99 000 000	290 000	13 000 000	1 280 000	—	5 000 000
	75–5	5 500 000	20 300	570 000	120 000	×	560 000
	191–75	38 000	650	1 800	2 100	70	40 000
21	5–0	386 000 000	240 000	5 900 000	490 000	—	7 300 000
	30–5	28 000 000	61 000	490 000	25 000	—	390 000
	87–30	6 400 000	8 300	114 000	23 000	×	350 000

Bei den Biddulphien, Thalassiosiren und Rhizosolenien zeigte sich an Station 13 ebenfalls eine große Mengenentwicklung in der 5—0 m-Schicht, während an Station 12 und 14 übereinstimmend mit den Befunden für Chaetoceras dies niemals der Fall war. An Station 15, wo bei der geringen Tiefe eine einheitliche Wassersäule von 25—30‰ sich fand, war infolge des am meisten zur Geltung kommenden Einflusses des Lichtes die 5—0 m-Schicht ausnahmslos am dichtesten bevölkert.

Von der Verteilung der bisher aufgeführten Gruppen wich die Verteilung der unter den „andern Diatomeen“ zusammengefaßten Arten z. T. erheblich ab, da sie an den Kattegat-Stationen 12 und 14 auch in der 5—0 m-Schicht ganz bedeutend im Übergewicht waren. Die Zähltabellen zeigen jedoch, daß dieses nur durch eine ungeheure Zunahme von *Sceletonema* nach der Oberfläche hin bedingt war; die anderen 23 Arten verhielten sich, natürlich unter den verschiedensten Schwankungen, die im einzelnen anzuführen hier nicht von Wert sein kann, ganz ähnlich wie die vorher angeführten Gruppen. An den Stationen 7 und 10, wo *Sceletonema* ebenfalls bei weitem vorherrschte, erhielten wir wiederum für die Summe der „anderen Diatomeen“ dasselbe Bild der Tiefenverteilung wie für Chaetoceras.

Was die Tiefenverteilung der Diatomeen an den anderen Stationen betrifft, so ist als wesentlich hervorzuheben, daß die häufigeren Formen stets an der Oberfläche (5—0 m) in größerer Anzahl anzutreffen waren, als in den tieferen Schichten. Abweichungen von der Bevorzugung der Oberfläche finden sich hauptsächlich bei den zurzeit weniger häufigen Arten, bei denen sich zugleich eine Abhängigkeit vom stärker salzhaltigen Wasser, besonders in der Ostsee und im Kattegat, bemerkbar machte. Bei der folgenden Besprechung der Verbreitung der übrigen Diatomeenarten wird im einzelnen darauf hingewiesen werden, wenn aus den vorliegenden Fängen eine Abhängigkeit der Organismen von der Tiefe mit großer Wahrscheinlichkeit hervorgeht, ohne daß Beobachtungen aus anderen Jahreszeiten hinzugezogen werden müßten.

Die Coscinodiscen ergaben in faunistischer Beziehung keine besonders guten Resultate, da die Artbestimmung während der Zählung vielfach zu schwierig ist. Mit Sicherheit ließ sich stets *Coscinodiscus concinnus* nachweisen, meistens wird auch die Bestimmung von *C. radiatus* und den unter *oculus iridis* zusammengefaßten, einander nahestehenden Arten richtig getroffen sein. *C. excentricus* war an der Schalenstruktur und an dem Vorhandensein von Randdornen wohl gut zu erkennen, es mußte des öfteren aber zweifelhaft bleiben, ob die Form nicht eher zu *Thalassiosira decipiens* gehörte, da auch durch einen zentralen Schleimfaden verbundene Zellen von derselben Größe und mit denselben Merkmalen hin und wieder gleichzeitig mit der typischen *Thalassiosira decipiens* auftraten (Stationen 19, 24, 25)[1]. Ihrer Zahl nach spielten die Coscinodiscen zurzeit keine große Rolle, da sie immer nur mit weit unter 40000 Zellen in 1 cbm sich fanden, bis auf Station 37, wo *Coscinodiscus excentricus* (?) die höchste Zahl von 370000 in 1 cbm in 5—0 m fand.

[1]) van Breemen (5, p. 32) identifiziert *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg. mit *Thalassiosira gelatinosa* Hensen, die nach Gran mit *Thalass. decipiens* synonym ist. Eine Entscheidung über die systematische Stellung dieser Arten kann ich nicht treffen, da ich eingehende Untersuchungen darüber nicht angestellt habe.

Wichtiger, d. h. an Zahl bedeutend überwiegend, waren die Thalassiosiren, von denen *Thalassiosira baltica* in der Ostsee und im Kattegat bis Station 15 vorkam und *Thalassiosira Nordenskjöldi* und *gravida* im Kattegat und in der Nordsee von Station 12 an an keiner Station fehlten. Im Kattegat hatte aber *Thalassiosira baltica* gegenüber der Ostsee bedeutend abgenommen, indem dort 1—1½ Millionen Zellen unter 1 qm einigen 10 Millionen hier gegenüberstanden. Am meisten fanden sich an Station 11 mit 82000000; hier muß die Vegetation sehr lebhaft gewesen sein, da auch 48000 in Auxosporenbildung begriffene Zellen konstatiert wurden.

Thalassiosira Nordenskjöldi überwog im Kattegat um das drei- bis zehnfache über *Thalassiosira gravida,* die hingegen in der Nordsee des öfteren häufiger als erstere war; es lassen sich aus dem wechselnden Verhältnis beider zueinander kaum Schlüsse ziehen, da nach Gran (4, p. 32) beide Arten sich faunistisch sehr nahestehen, *Th. gravida* allerdings in den letzten Jahren häufiger als *Th. Nordenskjöldi* auf der Hochsee getroffen wurde. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet bieten die vorliegenden Zahlen keine eindeutige Bestätigung; an Station 24, wo, wie wir vorher bei Besprechung der hydrographischen Verhältnisse sahen, Küstencharakter vorherrschte, fanden sich *Th. gravida* und *Nordenskjöldi* mit 136 bezw. 32 Millionen, an Station 23 dagegen, die wir eher dem Gebiet der freien See zurechnen müssen, war *Th. gravida* nur mit 24000, *Th. Nordenskjöldi* aber mit 1600000 Zellen unter 1 qm vertreten. Andrerseits scheinen die Verhältnisse an der Küstenstation 28 und der küstenfernen Station 32 in der mittleren Nordsee in Grans Sinne gedeutet werden zu können: Station 28, *Th. gravida* 4800000 unter 1 qm, *Th. Nordenskjöldi* 187 Millionen; Station 32, *Th. gravida* 336000, *Th. Nordenskjöldi* 60000. Wesentlich ist, daß beide Formen einen recht beträchtlichen Teil des pflanzlichen Planktons ausmachten. Über die Tiefenverteilung ist nichts Besonderes hervorzuheben.

Soweit das Kattegat in Frage kommt, erreichten die Rhizosolenien mit den Arten *faeroeensis, semispina* und *setigera* ungefähr dieselben Zahlen wie die Thalassiosiren. *Rh. semispina* wurde an fast allen Stationen im weiteren Verlaufe der Fahrt angetroffen, während *Rh. faeroeensis* nur bis Station 23 sich verfolgen ließ; *Rh. setigera* war ganz und gar auf das Kattegat beschränkt, trat aber auch hier mit nur 20—500000 Zellen unter 1 qm gegenüber den 100 Millionen und mehr Zellen von *Rh. semispina* nicht bedeutend hervor. Vielleicht war die Hauptwucherungszeit für *Rh. setigera* bereits beendet, da bei weitem die Mehrzahl der Zellen, wenn ich richtig geschätzt habe, Dauersporen gebildet hatten; leider wurde ich erst zu spät auf diesen Zustand aufmerksam, so daß hierfür keine Zahlen vorliegen. In der Nordsee kommen noch zwei ziemlich zahlreiche Arten hinzu: *Rh. alata* und *styliformis.* Daß *Rh. styliformis* nur an den Stationen 24, 26 und 28 häufiger war als *Rh. semispina,* deutet vielleicht auf den von Gran (4, p. 33) näher begründeten ozeanischen Charakter dieser Form hin. *Rh. alata* fand sich im Kattegat nur an Station 13 und *Rh. styliformis* an 14 und 15, aber in so geringer Menge, daß eine Zahlenangabe nicht möglich war; ebenso kam *Rh. alata* in der Ostsee nur an Station 2 mit 90 Zellen in 1 cbm in der unteren Schicht von 31—5 m vor; es war dies überhaupt der einzige Rhizosolenien-Befund aus der Ostsee. Der Vollständigkeit halber sei noch das Vorkommen von *Rhizosolenia Shrubsolei* (Stationen 21 und 23), *Stolterfothi* (Station 30) und *fragillima* (Stationen 12 und 19) erwähnt. Auch für diese Gruppe stimmt die Tiefenverteilung mit der für Chaetoceras konstatierten in den Grundzügen überein (s. Tabelle 5).

Die Biddulphien lieferten zurzeit im allgemeinen nur außerordentlich geringe Zahlen; nur an der Küstenstation 37 und den Stationen des Kattegats traten sie mit einigen Millionen Zellen unter 1 qm mehr hervor (Station 37: 370 Millionen; Station 12: 13 Millionen; Station 13: 13 Millionen; Station 14: 31 Millionen). Diese Zahlen wurden ausschließlich durch *Biddulphia aurita* bedingt. An Station 37 war *B. aurita* neben *Asterionella japonica* (4800 Millionen Zellen unter 1 qm) sogar die häufigste Diatomee. Größere Verbreitung hatten auch noch *Biddulphia mobiliensis* und *sinensis,* die in den 29 untersuchten Fängen 20 bezw. 16 mal vorkamen, und zwar in Ostsee, Kattegat und Nordsee mit einem Maximum von 3800000 unter 1 qm an Station 37 für *B. mobiliensis* und einem von 32000 unter 1 qm an Station 28 für *B. sinensis.* Eigenartig war die Biddulphia-Vegetation an Station 2 in der westlichen Ostsee; hier waren sämtliche überhaupt gefundenen Arten (7 Stück) mit einigen Tausend unter 1 qm vertreten, und zwar in den unteren Schichten häufiger, bis auf *B. aurita* und *rhombus f. trigona;* bis Station 7 waren, und zwar in der Tiefe häufiger (5—0 m gar nicht), auch noch *B. aurita, mobiliensis* und *sinensis* anzutreffen;

weiter östlich aber (Stationen 10 und 11) fehlten Biddulphien ganz und gar. Es scheint eine gewisse Abhängigkeit von dem aus dem Kattegat kommenden salzreicheren Tiefenstrom sich hierdurch anzuzeigen. Es sind übrigens fast an allen Stationen die Biddulphien in den unteren Schichten häufiger, ein Umstand, der vielleicht damit zusammenhängt, daß augenblicklich keine starke Vegetationsperiode vorlag. Als Ausnahme war ja bereits das massenhafte Vorkommen von *B. aurita* an Station 37 gekennzeichnet, wo gleichzeitig die 5—0 m-Schicht wiederum am reichsten war.

Die „anderen Diatomeen". Die bisher behandelten Diatomeen hatten darin etwas Gemeinsames, daß mehrere Arten derselben Gattung angehörten. Doch bedingte diese systematische Zusammengehörigkeit nicht eine gleichartige Verteilung in jeder Gruppe, da verschiedene Arten für ganz bestimmte Gebiete charakteristisch waren. Die so angeordnete Besprechung richtete sich also nach rein äußerlichen Gesichtspunkten, so daß die Zusammenfassung der „anderen Diatomeen" zu einer Gruppe der Übersicht halber wohl angebracht und gerechtfertigt erscheint. Wir werden daher auch in der Verteilung der „anderen Diatomeen", die durch je eine, höchstens zwei Spezies vertreten waren, ganz ähnliche Erscheinungen finden, wie bei den einzelnen Vertretern der vorher angeführten Gattungen.

Nur acht der 24 Arten finden wir in der Ostsee, von denen die in den tieferen Schichten häufigeren in der Nordsee mehr heimisch sind, wie *Actinoptychus undulatus, Bellerochea malleus, Cerataulus turgidus* und Melosireen-Ketten *(Melosira Borreri* und *Paralia sulcata).* In verschiedenen Schwankungen, deren Einzelheiten hier nicht interessieren, ließen sie sich z. T. *(Bellerochea malleus)* bis in die Tiefe von Station 10 verfolgen. Während der vorliegenden Fahrt wurden diese Organismen fast nur in der Ostsee und in ganz vereinzelten Fällen auch im Kattegat angetroffen. Eine Ausnahme davon machten *Actinoptychus undulatus* und *Paralia sulcata,* die sich auch an den meisten Nordsee-Stationen fanden.

Besondere Beachtung verdienen noch einige Arten, die durch ihr massenhaftes Auftreten den Charakter des Fanges ausschließlich oder neben den andern vorher genannten Formen bestimmten. Vor allem trat *Sceletonema costatum* hervor, das an allen Stationen nur wenig hinter den häufigsten Arten an Zahl zurückblieb. Die größten Mengen fanden sich, in Übereinstimmung mit der auch für die andern Gruppen konstatierten üppigen Diatomeenwucherung, im Kattegat, wo an Stationen 13 und 14 mit ca. 3000 Millionen Zellen unter 1 qm Oberfläche etwa dieselbe Höhe erreicht wurde, wie von *Chaetoceras sociale.* In der Ostsee kam *Sceletonema* im östlichen Teile zwar in geringerer Anzahl vor als im westlichen (Station 10: 6700000; Station 11: 11 Millionen unter 1 qm; Station 7: 42 Millionen; Station 5: 180 Millionen; Station 2: 23 Millionen unter 1 qm), gab aber neben den andern Arten dem Fange immerhin noch ein charakteristisches Gepräge. Auch in der Nordsee waren die Zahlen relativ hoch und paßten sich in ihren Schwankungen ungefähr den vorher allgemein konstatierten Diatomeen-Verhältnissen an. Es ist die einzige von den „andern Diatomeen", die eine große, über das ganze Gebiet ausgedehnte Bedeutung gewann.

Für das Kattegat sind ihrem Vorkommen nach noch erwähnenswert die Arten *Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula* sp. sp., *Leptocylindrus danicus, Lauderia borealis* und *Cerataulina Bergoni;* für die Nordsee kommen hinzu die Arten *Coscinosira polychorda* (Stationen 21, 23, 24, 28), *Asterionella japonica* (Stationen 21, 24, 37) und *Eucampia zodiacus* (Station 32).

In der deutschen Bucht (Station 36—38) war *Asterionella* sogar die häufigste Diatomee, indem an Station 37 4500 Millionen Zellen unter 1 qm den Zahlen von 83 Millionen für alle Chaetoceras und von 740 Millionen für alle Biddulphien gegenüberstanden. Eine ähnlich hervorragende Stellung nahm keine von den „anderen Diatomeen" ein. Dagegen wurden noch für einige Arten im Verhältnis zu ihrem sonstigen Vorkommen während dieser Fahrt und zu der Häufigkeit der in demselben Fange vorhandenen, schon oben besprochenen Diatomeen noch recht bedeutende Maxima angetroffen: so an Station 24 unter 1 qm für *Lauderia borealis* 8 Millionen, *Nitzschia seriata* 104 Millionen, *Coscinosira polychorda* 11 Millionen; an Station 32 für *Eucampia* 1200000 (neben *Rhizosolenia semispina* [1120000 unter 1 qm] hier die häufigste Art).

Das Charakteristischste der Diatomeenvegetation zur Zeit der vorliegenden Fahrt läßt sich dahin zusammenfassen: In der Ostsee war die Frühjahrsvegetationsperiode bald mehr bald weniger vorgeschritten; die Zahl der Arten ist im Verhältnis zu den andern Gebieten sehr gering, weicht jedoch nicht von den sonst für die Ostsee bekannten Verhältnissen erheblich ab.

Im Kattegat treffen wir den Höhepunkt der Wucherung, an der sich ein großer Teil der Arten, besonders Chaetoceras, gleichzeitig beteiligte. Das Diatomeenplankton setzte sich hier aus fast allen überhaupt gefundenen Arten zusammen. Den Zahlen nach überwogen die Diatomeenzellen insgesamt etwa um das 36fache dem für die Ostsee festgestellten Mittelwerte gegenüber (s. Tabelle 3).

Die Nordsee stellt ein weniger einheitliches Gebiet dar, so daß die verhältnismäßig weit auseinanderliegenden Stationen kein fortlaufendes Bild der Verhältnisse, sondern meist nur einzelne Stichproben mit mannigfach schwankenden Zahlen ergaben, die einem ebenso schwankenden Vegetationsgrade entsprechen. Als gemeinsames Charakteristikum trat aber hervor, daß an den Küstenstationen (z. B. Station 19, 21, 28, 37) oder solchen, wo hydrographisch der Küsteneinfluß sich bemerkbar machte (z. B. Station 24), die Diatomeenwucherung weiter vorgeschritten war, als an den Stationen der freien See (z. B. Station 23, 32). Es kamen in der Nordsee einige ozeanische Arten hinzu, andererseits traten einige Arten, die im Kattegat häufig waren, mehr zurück oder fehlten ganz. Im Durchschnitt war die Kattegatvegetation etwa nur um das $3^1/_2$fache reicher als die der Nordsee.

Die Verbreitung der Arten findet sich in den folgenden Tabellen dargestellt, die bei ihrer Beschränkung auf einen kleineren Raum übersichtlicher sind als die Gesamttabellen mit den Zahlenangaben und so deren Benutzung und das Verständnis der vorher im einzelnen dargelegten Verbreitung erleichtern.

Tabelle 6.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Diatomeen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = „ „ „ „ nicht vorhanden. „ „ „ = „ „ „ mittleren „
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

		Ostsee					Kattegat				Nordsee																			Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
	Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
	A.																																
1.	***Chaetoceras*** *atlanticum*											×	.	×	⊙	×	×	O	O		O	×		×							11	N	6 O K N
2.	*boreale*					×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	.	O	.	O	×	O	O	O	×	×	O	25	O K N	10 K N
3.	*breve*				×	×	×	×	×	×	O	×							O	.											10	O K N	4 O K
4.	*constrictum*						×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	.	O	×									16	K N	1 K
5.	*contortum*						×	×	×	×	O	×	.	×	O	×	×	O	O	.	O	.	O		O		O		×	O	21	K N	2 N
6.	*criophilum*						.			.		×																		2	K N	1 O N
7.	*curvisetum*						.		×	×			.				×		O	.	O	.								9	K N	
8.	*danicum*	×	×	×	×		.	×	×	.																				8	O K	
9.	*debile*				×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	.	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	27	O K N	
10.	*decipiens*				×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	26	O K N	
11.	*densum*						×	×	×	×	O	×		×		×	.	O	O	×	O				O						14	K N	
12.	*diadema*				×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O		.	O				O	O	O	×	×	O	22	O K N	
13.	*didymum*					×						.																		2	O N	
14.	*holsaticum*	×	×	×		×	×	×		×																				7	O K	
15.	*laciniosum*				.	.	×	×	×	×	O	×		×	O	×	×		O	.	O	×	O	×							18	O K N	
16.	*pseudocrinitum*						×	×	×	×																				4	K	
17.	*scolopendra*						×	×	×	×		×		×	O	×	×	O	O		O	×	O	×				×	×		17	K N	
18.	*Schütti*								.			.		×	O	×	×	O	O		O	×								10	K N	
19.	*simile*						×	×	×	×		×		×		×	×			.	O										10	K N	
20.	*sociale*						×	×	×	×		×		×		.				.	O	.									10	K N	
21.	*subtile*		.	×	×		×	×	.	×																				7	O K	
22.	*Wighami*	×	×	×	×	×	×	×	×																					8	O K	
23.	*Willei*								.			.	.	.		×			⊙	.		.		.				×		10	K N	
24.	*teres*						×	×	×	×	O	×		×	O	×			O	.	O	.			O	O		×	×		17	K N	
25.	sp. sp.			×	×	×	×	×	×	×		×		×						×												

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Station	Ostsee 11	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
B. Die „anderen Diatomeen".																																
1. *Actinoptychus undulatus*					×	×	×	×	.		×	O	×	O	.			O	.		O			O			.	.	O	17	O K N	
2. *Asterionella japonica*											O	O	×	O	×	×		O		O	×	O		O	O		×	×	O	15	N	6 O K N
3. *Bacillaria paradoxa*									.								O										×	×	O	5	K N	8 K N
4. *Bellerochea malleus*		×			×																									2	O	2 O K
5. *Campylodicus* sp.			×	.	×			.																						4	O K	6 N
6. *Cerataulus turgidus*					×			.																						2	O K	2 O
7. *Cerataulina Bergoni*						×	×	×	×	O			.		×		O				×	O						×		11	K N	
8. *Ditylium Brightwelli*								×			×	O	×	O	⊙	×	O	O	×	O		O	.		O		O	×	O	17	K N	
9. *Eucampia zodiacus*													×			O			.	O		O	×							6	N	
10. *Guinardia flaccida*						×	×	×	×	O		O	.										.				O	×	O	11	K N	
11. *Hyalodiscus stelliger*								.																O		O		O	4	K N	
12. *Lauderia borealis*						×	×	×	×	O	×	×	×	O		×	O	O	×		.	O					O	×		17	K N	
13. „ *glacialis*											.		×			.		O	×	O										6	N	
14. *Leptocylindrus danicus*						×	×	×	×					O	×		O				×									8	K N	
15. *Melosira* sp. sp.	.			×	×	×	.	×		O	×		.	O			O								O		×	O		14	O K N	
16. *Navicula* sp. sp.	.				×	×	×	×	×	O	×	.	×		.				×	O								⊙		14	O K N	
17. *Nitzschia seriata*						×	×	×	×		×		×	O	×	×	O	O	×	O	×	O					⊙			16	K N	
18. *Pleurosigma* sp.					×				.		.			O		.	O									O	⊙			8	O K N	
19. *Sceletonema costatum*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	O	×	O	×	O	×	×			×	O			×	O		O	×	×	O	24	O K N	
20. *Streptotheca tamensis*																												O		1	N	
21. *Thalassiothrix nitzschioides*				×	×	×	×	×	×	O	×		×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×		O		O	×	O	23	O K N	
22. „ *longissima*											.	⊙	×	O	×	×	O	O	.	O	×	O								12	N	
23. *Surirella* sp.	×				×																									2	O	
24. *Coscinosira polychorda*										O	×	×	×	O	×	×		O	×	O	×			O	O	O	×	×	O	17	N	
C. *Biddulphia*																																
1. *aurita*			×	×	×	×	×	×	×	O	×	O		O	.				.			×		O	O	×	×	O	19	O K N	5 O K N
2. *favus*					×																				O		.		3	O N	1 O N
3. *granulata*					×		×	×			.																		4	O K N	1 O
4. *mobiliensis*			×		×		.	×			.	O	.	O	.	.	O	O	×	O	O			O	O		.	×	O	20	O K N	
5. *rhombus f. typica*					×												O										.	.		4	O K N	
6. „ *f. trigona*				×	×																									2	O	
7. *sinensis*			×		×		.	×	×		.		.		.	⊙	O		×				.	O	O			.	O	16	O K N	
D. *Coscinodiscus*																																
1. *concinnus*			×	×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O			×	O	O	O	×	×	O	25	O K N	4 O K N
2. *excentricus (?)*											×			O	×	×	O	O						O	O			×	O	10	N	1 N
3. *oculus iridis*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	.	O			O		×	.	O	26	O K N	
4. *radiatus*		×	×		×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O		O	×	O	×	O	O	O	×	.	O	26	O K N	
5. sp. sp.	×					×	×						×		×															5	O K N	

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Station	Ostsee					Kattegat				Nordsee																					Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
E. *Rhizosolenia*																																
1. *alata*					×		·				×	·	×	O	×	×	O	O	×	O	×		×			O	O			16	O K N	1 O K N
2. *faeroeensis*						×	×	×	×	O	×		×		×															8	K N	4 K N
3. *fragillima*						·					·																			2	K N	1 K
4. *semispina*						×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	·	O	O	×	O	×	O	×			O	O	×		21	K N	2 N
5. *setigera*						×		×	×																					3	K	
6. *Shrubsolei*													×		×															2	N	
7. *Stolterfothi*																					×									1	N	
8. *styliformis*								×	·		·	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×		×			O		·		16	K N	
F. *Thalassiosira*																																
1. *baltica*	×	×	×	×	×	×	×	×	×																					9	O K	1 O K
2. *gravida*						×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	24	K N	2 K N
3. *Nordenskjöldi*						×	×	×	×	O	×	·	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	24	K N	1 N
4. *decipiens*											×					×	O		×											4	N	

Die Peridineen.

Im Gegensatz zu den Diatomeen zeigten die Peridineen ihre größte Entwicklung in der Nordsee, während die Zahlen im Kattegat und in der Ostsee immer kleiner wurden (s. Tabelle 7).

Tabelle 7.
(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Nr. der Station	Berechnet auf 1 qm Oberfläche:		
	Sämtliche Ceratien	Peridinien	und andere Peridineen
11	—	58 000	—
10	43 000	63 000	—
7	96 000	640	—
5	30 000	×	×
2	690 000	×	×
12	1 308 000	124 000	90 000
13	1 008 000	636 000	306 000
14	1 832 000	866 000	268 000
15	580 000	349 000	55 000
19	3 600 000	1 440 000	300 000
21	2 300 000	1 254 000	402 000
23	374 000	122 000	4 000
24	6 000 000	1 832 000	332 000
28	3 400 000	5 440 000	800 000
32	2 720 000	246 000	100 000

Nach den bisherigen Feststellungen über das jahreszeitliche Vorkommen der Peridineen wissen wir, daß ihre Hauptwachstumszeit in den Spätsommer bis Herbst fällt; so finden sich nach Apsteins Tabellen für 1903 an Stat. D O 2 im November 70 Millionen unter 1 qm gegenüber 2 Millionen an derselben Station im Februar. Dementsprechend traten während der vorliegenden Fahrt die Zahlen für die Peridineen im allgemeinen bei weitem hinter den bisher bekannten Maximalwerten und gleichzeitig auch hinter denen der Diatomeen zurück.

Den Hauptanteil lieferten mit einigen interessanten Ausnahmen (s. unten) die Ceratien. In der Ostsee ließen sich alle Arten dieser Gattung bis auf *C. bucephalum* und *lineatum* bis Station 10 nach Osten verfolgen, zeigten aber durch ihre größere Häufigkeit in den tieferen Schichten und durch die Abnahme der Zahlen von den westlichen nach den östlichen Stationen ihre Abhängigkeit von dem stärker salzhaltigen Wasser an, außerdem auch dadurch, daß besonders an Station 7 und 10 sich viele abgestorbene Ceratien-Zellen in dem Material fanden. An Station 11 fehlten die Ceratien ganz. Vorherrschend war an allen Stationen *Ceratium tripos (f. baltica)*. Die Zahlen der anderen Arten wechselten in ihrem Verhältnis zueinander, ohne einen Zusammenhang mit den gleichzeitigen hydrographischen Schwankungen erkennen zu lassen. Wesentlich ist, daß eben die Gesamtzahlen nach Osten abnahmen.

Dagegen werden die Peridineen nach Osten zu für bestimmte Arten häufiger. Die an Station 2 und 7 in vereinzelten Exemplaren angetroffenen Arten *P. depressum, ovatum* und *pellucidum* kamen zwar an Station 10 und 11 nicht mehr vor, dafür aber fanden sich an diesen Stationen das vorher nicht vorhandene *Peridinium catenatum* und eine kleine Peridinium-Art, deren Bestimmung mir nicht möglich war, die beide zusammen mit ihren 63000 (Stat. 10) bezw. 38000 (Stat. 11) Zellen unter 1 qm die Zahlen der Ceratien (43000 an Stat. 9; 0 an Stat. 11) noch übertrafen. Daß sie außerdem noch in der 5—0 m-Schicht am häufigsten waren, scheint darauf hinzudeuten, daß ihnen das schwachsalzige Wasser der östlichen Ostsee bessere Lebensbedingungen bietet.

Sonst fand sich an Peridineen in der Ostsee nur noch *Dinophysis acuta* an Station 2 und 5 mit einigen wenigen Zellen.

Im Kattegat und in der Nordsee sind die Verhältnisse viel schwieriger zu übersehen. Nach Tabelle 3 (S. 46 [18]) ergab sich aus den Durchschnittszahlen folgende Steigerung für die Ceratien: Ostsee 170-, Kattegat 1200-, Nordsee 3100 Tausend durchschnittlich unter 1 qm. An diesem Anwachsen sind aber nicht dieselben Arten in gleichem Verhältnis beteiligt; vielmehr wechseln die Hauptbestandteile in etwa folgender Weise:

Mittelwerte aus den Zahlen unter 1 qm für die Stationen

	I 2, 5, 7, 10, 11 in der Ostsee	II 12, 13, 14, 15 im Kattegat	III 19, 21, 23, 24, 28, 32 in der Nordsee
für *Ceratium longipes* . . .	24 200	885 000	561 000
„ „ *tripos*	91 000	276 000	810 000
„ „ *macroceros* . .	6 000	6 800	139 000
„ „ *fusus*	34 000	12 100	654 000
„ „ *furca* . . .	15 000	1 800	792 000
„ „ *bucephalum* . .	600	·	24 900
„ „ *lineatum* . . .	—	·	88 000

Nur *C. fusus* und *furca* hatten in der Ostsee ein kleines Übergewicht gegenüber den Zahlen im Kattegat; die übrigen Arten waren im Kattegat häufiger. Für *C. tripos* sind die Werte allerdings nicht unmittelbar vergleichbar, da die typische Form und *f. baltica* zusammen gezählt wurden — es fehlte mir noch an genügender Übung, um beide mit Sicherheit auseinander zu halten —. Offenbar waren auch im Kattegat von *f. baltica* Exemplare vorhanden gewesen, doch kann man wohl den erheblichen Unterschied zwischen der Menge des Kattegats und der Ostsee auf Rechnung der *f. typica* setzen.

Im Kattegat war nur *Ceratium longipes* häufiger als in der Nordsee, die anderen Arten hatten in der Nordsee ihr Maximum. Besonders auffallend ist dieser Unterschied für *Ceratium fusus* und *furca*, die in der Nordsee die größten Zahlen lieferten, während sie im Kattegat neben *C. bucephalum* und *lineatum* erst an letzter Stelle standen.

Den größten Reichtum an Ceratien wies Station 24 auf, wo insgesamt 600000 Zellen unter 1 qm sich fanden, die zur Hauptsache aus *C. furca, fusus* und *tripos* gebildet waren. Den kleinsten Wert lieferte

Station 23 mit 374000 Zellen unter 1 qm, soweit das Kattegat und die Nordsee in Betracht kommen; hier überwog aber nur *C. tripos* mit 137000 recht beträchtlich den anderen Arten gegenüber. Der Unterschied zwischen diesen beiden verhältnismäßig nahe beieinander liegenden Stationen ist sehr bemerkenswert. Die oben gekennzeichneten Abweichungen in den hydrographischen Verhältnissen schienen in diesem Falle mit dem wechselnden Diatomeenreichtum Hand in Hand zu gehen; ob dies auch für die Ceratien zutrifft, kann ich nicht entscheiden.

Im Gegensatz zu der Verbreitung der Diatomeen ist für die der Ceratien charakteristisch, daß nahezu alle Arten (außer *C. bucephalum* und *lineatum)* an fast allen Stationen vorkommen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Tabelle 8.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Ceratien.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = „ „ „ „ nicht vorhanden. „ „ „ = „ „ „ mittleren „
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

	Ostsee					Kattegat				Nordsee																	Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
Ceratium																																
1. *bucephalum*			×		×			.		O	×	×	×		×	×	O	O		O	.		×							14	O K N	6 O K N
2. *furca*	×	×	×	×	×	×	×			O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×		26	O K N	1 K N
3. *fusus*	×	×	×	×	×	·	×	.			×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	27	O K N	
4. *lineatum*								.	.		.	.	×	O		×	O	O	×		×		×				×			13	K N	
5. *longipes*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	28	O K N	
6. *macroceras*	×	×	×	×	×	×	×	.			×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	27	O K N	
7. *tripos*	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O	27	O K N	

Um so schwieriger ist es daher auch die mannigfachen Schwankungen in den Zahlen im einzelnen nach ihrem biogeographischen Werte zu beurteilen. Dazu ist vor allem ein Vergleich mit den jahreszeitlichen Schwankungen nötig, der aber für diese Gruppe in der vorliegenden Abhandlung nicht genauer berücksichtigt werden soll.

Die Übersicht in Tabelle 7 (S. 57 [29]) zeigte, daß die Ceratien im allgemeinen häufiger waren als die Peridinium-Arten und die anderen Peridineen. Dabei laufen aber die Schwankungen der Gesamtzahlen im großen und ganzen mit denen der Ceratien parallel. Die Ausnahme in der Ostsee war oben bereits hervorgehoben. Im Kattegat trat dieser Fall nicht ein, dagegen scheint in der Nordsee durch den Küsteneinfluß ein Überwiegen der Peridinien bewirkt zu werden. So finden wir an Station 28 5400000 Peridinien neben 3400000 Ceratien, hervorgerufen besonders durch *Peridinium ovatum* (1000000 unter 1 qm), *P. conicum* (600000 unter 1 qm) und einige nicht bestimmte Spezies (3000000 unter 1 qm). Ebenso nahmen mit Annäherung an die Küste der deutschen Bucht die Peridinien zu, während gleichzeitig die Ceratien abnahmen, wie die folgenden Zahlen der 5—0 m-Schicht — es waren nicht alle Stufenfänge auf Peridinien hin durchgezählt worden — zeigen:

Es fanden sich in 5—0 m in 1 cbm an Station 32 36 37

an Ceratien	340000	50000	6000	} Zellen.
an Peridinien	27000	84000	67000	

Auch hier hatten den größten Einfluß einerseits *Peridinium ovatum* (Stat. 32, 5—0 m: 4800, Stat. 36, 5—0 m: 12000 pro 1 cbm), andererseits einige nicht bestimmte Spezies, die offenbar spezifische Küstenformen sein müssen (Stat. 32, 5—0 m: 6400; Stat. 36, 5—0 m: 61000; Stat. 37, 5—0 m: 67000). Daß hier nur die Beobachtungen von den oberen Schichten zum Beleg herangezogen werden konnten, beeinträchtigt den Wert dieser Feststellungen wahrscheinlich nicht, da die Zahlen für die Stationen, wo

eine vollständige Serie von Stufenfängen gezählt ist (z. B. 19, 21, 23, 32), deutlich ein Übergewicht der 5—0 m-Schicht gegenüber den darauffolgenden zeigt, so daß die Angaben aus der 5—0 m-Schicht nicht wesentlich durch die kleineren Zahlen der unteren Schichten geändert werden können.

Im übrigen hatte die Tiefenverteilung große Ähnlichkeit mit der der Diatomeen, soweit die Nordsee und das Kattegat in Betracht kommen. Es seien nur die Zahlen der Ceratien angeführt für dieselben Stationen wie oben für die Diatomeen:

Tabelle 9.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Anzahl aller Ceratien in den verschiedenen Tiefen pro 1 cbm.

Station 12.	Station 13.	Station 14.
5—0 m: 9300	5—0 m: 53000	5—0 m: 83000
21—5 „ : 70000	15—5 „ : 29000	10—5 „ : 32000
28—21 „ : 22000	30—15 „ : 29000	30—10 „ : 57000
	49—30 „ : 1100	75—30 „ : 2800

Station 15.	Station 19.	Station 21.
5—0 m: 87000	5—0 m: 61000	5—0 m: 240000
13—5 „ : 30000	75—5 „ : 50000	30—5 „ : 32000
	191—75 „ : 400	87—30 „ : 5500

Wesentlich ist die Übereinstimmung in dem größeren Reichtum der oberen Schichten an den Stationen 19, 21, 15 und 13, die durchaus mit den Verhältnissen der Diatomeen an denselben Stationen parallel geht. Ebenso ist an Station 12 auch ein Zurücktreten der Ceratien in der 5—0 m-Schicht gegenüber den tieferen zu konstatieren, wie vorher für diejenigen Diatomeen-Arten, die vom Salzgehalt abhängig sind. (An Station 14 sind die Ceratien im Gegensatz zu den Diatomeen in der 5—0 m-Schicht häufiger.) Daß auch für die Ceratien diese Abhängigkeit vom salzstarken Wasser hierdurch angedeutet wird, wird durch die Tiefenverteilung in der Ostsee ebenfalls wahrscheinlich gemacht. Ein Auszug aus der Gesamttabelle mag die schon oben kurz angeführten Verhältnisse veranschaulichen. Es fanden sich an

Station 7	Station 10	
in 5—0 m: 1000	in 5—0 m: 640	Ceratien pro 1 cbm.
„ 35—5 „ : 2300	„ 40—5 „ : 230	
„ 43—35 „ : 2500	„ 80—40 „ : 210	
	„ 93—80 „ : 1800	

Hier gilt aber für die Peridinien nicht dasselbe, da hier solche Formen *(P. catenatum* und eine für die östliche Ostsee charakteristische kleine Spezies) den Ausschlag gaben, die offenbar in schwachsalzigem Wasser besser gedeihen und dementsprechend auch nicht im Kattegat oder in der Nordsee gefunden wurden. Es ergaben sich folgende Zahlen an denselben Stationen:

Station 7	Station 10	
in 5—0 m: 130	in 5—0 m: 3400	Peridinien pro 1 cbm.
„ 35—5 „ : 4	„ 40—5 „ : 390	
„ 43—35 „ : —	„ 80—40 „ : 600	
	„ 93—80 „ : —	

Auf die Verbreitung der Peridinium- und anderer Peridineen-Arten, die der Vollständigkeit halber wie für die andern Gruppen tabellarisch (Tabelle 10) zusammengestellt sind, kann ich im einzelnen nicht weiter eingehen.

Tabelle 10.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Peridinium-Arten und der andern Peridineen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = „ „ „ „ nicht vorhanden. „ „ „ = „ „ „ mittleren „
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

Station	Ostsee					Kattegat				Nordsee																			Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
Peridinium																																
1. *catenatum*	×	×	×																											3	O	4 O K N
2. *conicum*							×	×			×	×	×	O	×		O		×	O	×	O	×	.						14	K N	4 K N
3. *depressum*			.		.	×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×				×	.		22	O K N	1 O
4. „ *v. oceanica*							.		.					O															3	K N	1 K
5. *divergens*						×	×	×	.		×	×	×	O	×	×	O		×	O		O	×							15	K N	1 N
6. *globulus*											×									.	×									3	N	
7. *ovatum*			.			×	×	×	×		×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×		O	O	×		O	22	O K N	
8. *pellucidum*					.	×	×	×	×	O	×	.	×	O	×	×	O	O	×	O		O								17	O K N	
9. *pentagonum*								×			×	×	×			×	O		.	O	.		.							10	K N	
10. *Steini*									.																					1	K	
11. sp. sp.	×	×				×	×	×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×		×	O	O	O	×	×	O	25	O K N	
1. *Dinophysis acuminata*						×		×	×		×	O	×	O	×	.			×	O	×	O	.				×			15	K N	
2. „ *acuta*			.		.	×	×	×	×	O	×	×	×	O	.	×			×	O	×	O	×			O	×			20	O K N	1 O K N
3. „ *norvegica*											.	×	×							O		O				O	×		O	8	N	2 K N
4. „ *rotundata*							×	.			×	⊙	×			×			×	O	×		×	O						11	K N	2 K
5. *Goniaulax* sp.											×	.	×	O		×			×	O	×		×	O			×			11	N	2 N
6. *Prorocentron micans*						×														.										2	K	
7. *Pyrophacus horologium*								.																						1	K	

Hervorzuheben ist vielleicht noch, daß das Vorkommen der häufigsten Arten gegenüber dem der Ceratien in der Ostsee merklich eingeschränkt war, während im Kattegat und in der Nordsee (bis auf die Küstenstationen 33—38) folgende Arten ziemlich regelmäßig anzutreffen waren:

Peridinium conicum, depressum, divergens, ovatum (auch an der Küste und zwar zahlreicher), *pellucidum; Dinophysis acuminata* und *acuta*.

Bisher sind die wichtigsten pflanzlichen Organismen ihrer Verbreitung und ihrer Bedeutung für die Zusammensetzung des Fanges nach hervorgehoben worden. Für die östliche Ostsee wäre noch das Auftreten von *Aphanizomenon flos aquae* und *Nodularia spumigena* ergänzend anzuführen, die immerhin neben den Diatomeen einen bemerkenswerten Bestandteil des Planktons bildeten, aber bei weitem noch nicht die Entwicklung erfahren hatten, wie sie im Spätsommer einzutreten pflegt.

Protozoen.

Die Menge der einzelligen Tiere war zurzeit im allgemeinen recht gering, nur einzelne Arten und bestimmte Stationen traten etwas mehr hervor. Nebenstehende Übersicht über die Summe der Gesamtzahlen der Protozoen zeigt nur verhältnismäßig geringe Schwankungen. Der größte Reichtum in der Ostsee von 1 408 000 unter 1 qm an Stat. 5 und 742 000 an Stat. 2 wurde vor allem durch *Tintinnopsis ventricosa* bedingt, die aber nach Osten hin beträchtlich abnahm (Stat. 5: 1 384 000, Stat. 7: 288 000, Stat. 11: 7 200 unter 1 qm); dagegen sehen wir die Zahlen für *Tintinnopsis beroidea* von Stat. 5 (208 000 unter 1 qm) bis Stat. 11 (264 000 unter 1 qm) beständig wachsen, wo sie den Hauptbestandteil aller Protozeen ausmachte.

Protozoen unter 1 qm.

Stat. 11	291 000
10	157 000
7	389 000
5	1 408 000
2	742 000
12	145 000
13	234 000
14	158 000
15	256 000

Protozoen unter 1 cbm.	
Stat. 19	1 206 000
21	260 000
23	7 200
24	56 400
28	1 450 000
32	210 000

Im Kattegat hat *Tintinnidium mucicola* das Übergewicht über die andern Formen bei einer mittleren Häufigkeit von 145 000 unter 1 qm, daneben kam auch *Tintinnopsis ventricosa* mit durchschnittlich 41 000 unter 1 qm zur Geltung.

Diese Arten wurden in der Nordsee vorwiegend durch *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula* abgelöst; dies ergibt sich am deutlichsten aus der Zusammensetzung des Fanges an Station 28, wo die überhaupt größte Zahl an Protozoen sich fand und ausschließlich durch die beiden zuletzt genannten Arten hervorgerufen wurde: *Cyttarocylis denticulata:* 784 000, *Ptychocylis urnula:* 664 000 unter 1 qm; die andern hier vorkommenden Arten ließen sich wegen ihrer geringen Anzahl nicht zahlenmäßig feststellen. (Ein Mittelwert kann für die Formen der Nordsee nicht gebildet werden, da das Vorkommen der Arten und die Zahlen im einzelnen zu sehr schwanken.) Ähnlich lagen die Verhältnisse an Station 24, wo *Cyttarocylis denticulata* mit 344 000 und *Ptychocylis urnula* mit 22 000 vorhanden waren. An Station 19, der dritten und letzten Station, in der über 1 Million Protozoen in der Gesamtzahl unter 1 qm sich fanden, enthielt der Fang zur Hauptsache auch bereits *Cyttarocylis denticulata* (936 000), daneben aber noch 112 000 Individuen von *Tintinnidium mucicola,* der Hauptform des Kattegats, während *Ptychocylis urnula* nur mit 90 000 unter 1 qm vertreten war. Dieser Befund sticht jedoch gegen die aus dem Kattegat, wo die höchste Zahl für *Ptychocylis urnula* an Station 13 nur 9600 unter 1 qm betrug,

Tabelle 11.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Protozoen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = „ „ „ „ nicht vorhanden. „ „ „ = „ „ „ mittleren „
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

	Ostsee					Kattegat				Nordsee																		Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
1. *Bodenforaminiferen*			×	×	×		×	×			×		.	O			O								O	.	.			12	O K N	7 O K N
2. *Globigerina bulloides*														O	.	.	O			O	O						×			7	N	3 K N
3. *Acantharia* sp. sp.											.		.	O	.	.	O	O	.											8	N	9 N
4. *Acanthophracta* sp.											.					.		O	.											4	N	1 O N
5. *Plagiacantha arachnoides*											.		.	O		.				O										5	N	1 O K
6. *Plectellaria* sp. sp.																			.											1	N	1 O
7. *Challengeron diodon*																			.											1	N	
8. *Noctiluca miliaris*																												.		1	N	
9. *Cyttarocylis denticulata*			×		×		×	×	.		×	.	×			×	O	O	×	O			.							14	O K N	
10. „ „ *v. cylindrica*								×			.	.	.		.		O		.											7	K N	
11. „ *helix*																			.								×			2	N	
12. *Ptychocylis urnula*					.	×	×	.	.		×	.	×			×		O	×	O			×		O	O	×	.	O	18	O K N	
13. *Tintinnidium mucicola*						×	×	×	×		×		×														×			7	K N	
14. *Tintinnopsis beroidea*	×	×	×	×			.	.					×											O		O	×	×	O	12	O K N	
15. „ *campanula*	×		×		×						.													O			.			6	O N	
16. „ *Lohmanni (?)*			×	×		×	.														O			O	O	O	×	×		10	O K N	
17. „ *nucula*											.		×	O													O	×	×	O	7	N	
18. „ *ventricosa*	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×			O									×				O	×	.	O	16	O K N	
19. „ sp. sp.	×	×							.				.	O	×													×		7	O K N	
20. *Tintinnus acuminatus*						.					.		×			.		O	.											6	K N	
21. „ *subulatus*					×			×																						2	O K	
22. *Cothurnia maritima*	×	×	×																											3	O	

schon der Zahl nach bedeutend ab, so daß eine stetige Abnahme nach der Ostsee hin deutlich hervortritt. Dazu kommt noch, daß an Station 13 und 14 im Kattegat *Ptychocylis urnula* von 0—15 bezw. bis 10 m nicht angetroffen wurde, sondern nur in den unteren Schichten; ebenso zeigte sich auch für *Cyttarocylis denticulata* durch die vertikale Verteilung die Abhängigkeit von dem starksalzigen Unterstrom im Kattegat an, indem diese Form an Station 13 und 14 nur in den untersten Schichten von 49—30 m bezw. 75—30 m in geringer Zahl auftrat. Ausnahmsweise wurde *Cyttarocylis denticulata* noch in der Tiefe von Station 7 in der Ostsee (43—35 m) gefunden, die auch, wie wir oben sahen, eine ganze Reihe von Diatomeen enthielt, die mehr dem Nordseegebiet angehören.

Die andern Arten spielten zur Zeit der Untersuchungsfahrt keine große Rolle, so daß es vielfach nicht möglich war, Zahlenangaben für sie zu gewinnen. Es muß daher genügen, einen Überblick über ihre Verbreitung während der vorliegenden Fahrt zu geben, der in vorstehender Zusammenstellung enthalten ist.

Hervorzuheben ist, daß die häufigsten Formen der Familie der Tintinnodeen angehören, von denen ich jedoch nicht alle Arten bestimmen konnte; besonders sind die Befunde für die Gattung Tintinnopsis etwas lückenhaft geblieben. Ziemlich allgemein verbreitet kamen Bodenforaminiferen vor, am meisten an Station 19 mit 40000 unter 1 qm. Für die Ostsee ist noch das Auftreten von *Cothurnia maritima* charakteristisch (Station 7: 52000 unter 1 qm). Auf die Nordsee, besonders soweit die Stationen 19—29 in Betracht kommen, waren folgende Formen beschränkt: Acantharien, Acanthophractiden, *Challengeron diodon, Globigerina bulloides, Plagiacantha arachnoides,* eine Plectellarien-Spezies (Station 28), *Tintinnus norvegicus* (Station 28) und *Dictyocysta elegans* (Station 26). Die übrigen Arten fanden sich zu zerstreut und vereinzelt, als daß ihr Vorkommen unter allgemeinere Gesichtspunkte eingeordnet werden könnte. Als allgemeineres Charakteristikum trat vielleicht nur das hervor, daß diese selteneren Arten in den meisten Fällen die tieferen Schichten bevorzugten. In der Ostsee traf das allerdings auch für die häufigeren Arten zu, so fanden sich z. B. an Station 7 in 5—0 m 3900, in 35—5 m 1300, in 43—35 m aber 34000 Protozoen pro 1 cbm; von der letzten Zahl kamen allein 30000 auf *Tintinnopsis ventricosa.* Im übrigen hatte die Tiefenverteilung der Gesamtzahlen große Ähnlichkeit mit der der Diatomeen, indem im Kattegat z. B. auch die Protozoen in ganz entsprechender Weise an Station 12 und 14 in der 5—0 m-Schicht an Häufigkeit abgenommen hatten, an Station 14 dagegen im Übergewicht waren, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Station 12	13	14	19	21
5—0 m: 2400	5—0 m: 19000	5—0 m: 3200	5—0 m: 173000	5—0 m: 24000
21—5 m: 4400	15—5 m: 8000	10—5 m: 13400	75—5 m: 4300	30—5 m: 2900
28—21 m: ×	30—15 m: 3700	30—10 m: 1800	191—75 m: 350	87—30 m: 1000
	40—30 m: 200	75—30 m: 87		

An Station 19 und 21 der Nordsee, die auch vorher zur Veranschaulichung der Tiefenverteilung besonders berücksichtigt wurden, ist die 5—0 m-Schicht wiederum, wie bei den Diatomeen, weitaus am reichsten bevölkert.

Metazoen.

Unter den Metazoen nehmen die hervorragendste Stelle die Copepoden ein, über die in einem folgenden Teile eingehend berichtet werden soll. Es bleibt daher zur Charakterisierung der Planktonverhältnisse im allgemeinen nur noch übrig, eine kurze Übersicht über die Verbreitung der anderen Gewebstiere zu geben. Ein Blick in die Gesamttabellen zeigt, daß die Mehrzahl der Formen sehr zerstreut und in geringer Menge auftrat; nur einige wenige Arten hatten eine gleichmäßige, auf größere Gebiete sich erstreckende Verbreitung, wie die Echinodermen-Larven, Muschellarven und Limacina und die Appendicularien. Tabelle 12 mag zunächst über die Mengenverhältnisse der Gesamtzahlen orientieren:

Tabelle 12.

(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Berechnet auf 1 qm Oberfläche.

	Nr. der Station	Coelenterata	Echinodermata	Vermes	Crustacea exkl. Copepoda	Mollusca	Tunicata
	11	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	400	—	2 600	—
	7	—	—	12 000	80	—	—
	5	—	—	9 200	—	160	—
	2	240	—	44 000	—	8 000	—
	12	240	2 000	2 600	9 000	15 000	—
	13	1 200	480	12 600	1 400	46 000	1 700
	14	3 200	400	43 000	7 400	80 000	3 300
	15	1 400	80	17 000	80	7 400	—
	19	480	2 800	16 000	480	61 000	1 500
	21	560	15 000	31 000	2 300	130 000	141 000
	23	80	13 000	800	—	3 000	960
	24	16 000	190 000	21 000	1 900	×	2 400 000
	28	5 100	640	21 000	24 000	24 000	127 000
	32	1 040	—	2 900	—	80 000	×
	37	80	9 700	194 000	700	×	18 000
Durchschnittswerte	Ostsee	×	—	13 100	×	2 200	—
	Kattegat	1 500	740	19 000	4 500	37 100	1 200
	Nordsee	3 400	32 900	41 000	4 200	42 600	384 000

Wie schon oben bei Besprechung der anderen Organismen hervorgehoben wurde, trat auch hier die außerordentliche Armut der Ostsee den anderen Gebieten gegenüber zutage: Echinodermen-Larven und Tunicaten fehlten zurzeit ganz, nur die Würmer und Mollusken lieferten nennenswerte Zahlen, die auch nach Osten zu kleiner wurden, waren aber an Station 11 ebenfalls nicht mehr vorhanden. Im Kattegat und in der Nordsee erfuhren die Gewebstiere im allgemeinen eine ähnliche Steigerung der Massenentwicklung wie die Peridineen, indem die höchsten Zahlen in der Nordsee angetroffen wurden. Nur die unter „Crustacea exkl. Copepoda" zusammengefaßten Organismen scheinen, nach den Durchschnittswerten (s. Tabelle 12) zu urteilen, in beiden Gebieten ungefähr gleich häufig zu sein. Doch handelte es sich dabei hauptsächlich um Cirripedien-Nauplien, die als Larvenstadien von Küstenorganismen natürlich im Küstengebiet (Kattegat) besonders zahlreich anzutreffen waren, so daß sich für die Nordsee mit den zahlreicheren küstenfernen Stationen kein Durchschnittswert ergeben kann, der mit dem für das Kattegat gültigen unmittelbar vergleichbar wäre. Es zeigt sich vielmehr, daß auch die Cirripedien-Nauplien an der Nordseestation 28 (Küste!) mit 17600 unter 1 qm bei weitem häufiger waren als im Kattegat, wo an Station 12 die größte Zahl von 9000 unter 1 qm gefunden wurde.

Im Kattegat herrschten die Mollusken vor (Muschellarven und z. T. auch [Station 14] Limacina) mit durchschnittlich 37100 Individuen unter 1 qm. Ziemlich häufig waren auch noch die unter „Vermes" zusammengefaßten Organismen mit durchschnittlich 19000 Individuen unter 1 qm, von denen besonders die Rotatorien hervorzuheben sind: Station 13: 8700, Station 14: 20000, Station 15: 17000 unter 1 qm.

In der Nordsee sind es vor allem die Tunicaten, Echinodermen-Larven und Coelenteraten, die einen bedeutenden Zuwachs den Kattegatbefunden gegenüber erfuhren, doch gilt dies nicht allgemein für jede Station, sondern nur in einzelnen Fängen wurde eine so erheblich größere Menge gefangen, daß die für die Nordsee gebildeten Durchschnittswerte trotz der beträchtlichen Anzahl kleiner Werte, die noch unter denen des Kattegats blieben, doch größer waren als die Durchschnittswerte des Kattegats (s. Tabelle 12, S. 64 [36]). Solche Produktionsmaxima kamen besonders an Stationen 24 und 37 vor (dasjenige für Cirripedien-

Nauplien an Station 28 ist bereits hervorgehoben worden), und zwar sind es an Station 24: 1. die Tunicaten, von denen *Fritillaria borealis* mit 1520000 Individuen und *Oikopleura* mit 880000 unter 1 qm vertreten war (s. Tabelle 12, S. 64 [36]). — Es sind dies die größten Zahlen, die für diese Organismen während der vorliegenden Fahrt überhaupt festgestellt wurden. Die Zahlen für die Art *O. labradoriensis* beziehen sich nur auf die sicher bestimmten größeren Exemplare; möglicherweise befinden sich auch unter den als *O. dioica* angeführten *Oikopleura* junge Exemplare von *O. labradoriensis,* doch wohl nur in geringerer Anzahl. Ich habe diese Arten nur nach den Merkmalen der Gehäuseanlage unterschieden. Als wesentlich ist hervorzuheben, daß *Fritillaria* an allen Stationen bedeutend häufiger war als *Oikopleura.* — 2. erreichten ebenfalls die Echinodermen-Larven hier ihren Höhepunkt, vertreten durch 190000 unter 1 qm Pluteus-Stadien von Echiniden, und 3. fand sich unter den Coelenteraten eine außerordentlich große Menge (16000 unter 1 qm) von der Ceriantharien-Larve *Arachnactis bournei* (?); sonst war diese Station, soweit die Coelenteraten in Betracht kommen, als einziger Fundort von *Aglantha digitalis* charakteristisch.

An Station 37 war ein erheblicher Reichtum an Rotatorien (140000 unter 1 qm) zu konstatieren, hieraus und aus ihrem Fehlen an den Stationen der freien Nordsee (19—33) geht hervor, daß wir es mit Küstenformen zu tun haben. Erwähnenswert ist noch, daß sich die einzige größere Ansammlung von Bipinnarien (9700 unter 1 qm) an dieser Station fand.

Im übrigen wurden die Zahlen für die unter „Vermes" zusammengefaßten Tiere im wesentlichen durch Polychaeten-Larven gebildet, daneben an den Stationen 12, 13, 14 und 15 des Kattegats in etwa gleichem Maße durch *Sagitta bipunctata,* die sonst nur außerordentlich spärlich vorkam.

II. Spezieller Teil. Die Copepoden.

a) Ergänzendes über die Entwicklung einiger freilebender Copepoden.

Angeregt durch Hensens Auseinandersetzungen (16, p. 45 ff.) schien es mir wesentlich, den Copepoden besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Inzwischen sind in ähnlichem Sinne Untersuchungen angestellt von Gran (14), Damas (8) und Paulsen (25), besonders über *Calanus finmarchicus,* die durch Unterscheidung und Zählung verschiedener Altersstufen dieses Copepoden die Entwicklungsdauer und die Fortpflanzungszeit festzustellen suchten. Obgleich die Bearbeitung meines Materials, das sich nur aus Fängen einer Jahreszeit zusammensetzt, nicht in dem Maße biologische Schlüsse zuläßt, wie die Jahresserien der genannten Forscher ergeben, schien es mir wichtig, bei der Zählung die Unterscheidung der Altersstadien, auch auf die übrigen freilebenden Copepoden ausgedehnt, durchzuführen.

Einen wesentlichen Anhalt für die Unterscheidung der Stadien bot Obergs Arbeit über die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht, welche besonders die Entwicklung des Nauplius zum Copepoditen bis ins einzelne klarstellt. Danach war es möglich, für die Ostsee wenigstens, die Artzugehörigkeit der Nauplien zu berücksichtigen und zum Teil auch ihre Stadien bei der Zählung zu unterscheiden. Da bei letzterer die oft nötige Vergrößerung nicht angewandt und der Nauplius nicht in die zweckentsprechende Lage gebracht werden konnte, mußte zumeist das Stadium durch Größenmessung festgestellt werden. Durch hinterher angestellte genauere Untersuchung wurde nachgeprüft, ob die Messung für die Bestimmung der Stadien hinreichte, wenigstens für diejenigen, wo nicht leicht erkennbare Unterschiede vorhanden waren. Für das andere Gebiet, das Kattegat, Skagerrak und die Nordsee, habe ich jedoch diese Unterscheidungen fallen gelassen, weil zum Teil andere Nauplien hinzukamen, zum Teil die Größenverhältnisse hier andere sind, so daß die Bestimmung unsicher wird.

Auch lag es nicht in meiner Absicht, hierüber genauere Resultate zu gewinnen. Dagegen habe ich der Entwicklung der Copepoditstadien größere Aufmerksamkeit zugewandt. Hierfür kam es zunächst darauf an, Merkmale für die verschiedenen Stadien zusammenzustellen, die auch bei der Zählung die Unterscheidung ermöglichen. Als solche ergeben sich besonders das Abdomen und das 5. Schwimmfußpaar,

wie auch schon aus den Untersuchungen der erstgenannten Forscher hervorgeht. In allgemeinen Zügen hat auch Oberg, soweit die genannten Körperteile in Betracht kommen, die einzelnen Stadien gekennzeichnet.

Nach ihm (24, p. 63) würde sich unter Berücksichtigung einiger geringer Abweichungen, die sich aus meinen Untersuchungen ergeben, die Entwicklung des Abdomens in folgendes Schema (Tab. 13) einordnen lassen.

Tabelle 13.

Schema der Entwicklung des Abdomens.

× im Felde = getrennt vorhandenes Glied.
Zwei Felder durch | verbunden = unvollständig verschmolzen.
„ „ „ { „ = vollständig „

Stadium	♀ *Pseudocalanus, Paracalanus (Oithona)* I	II	III	IV	V	VI	Normalglied	♂ aller Arten I	II	III	IV	V	VI	Stadium
			×	×	×	×	. . 1tes . .			×	×	×	×	
				×	×	×	. . 2tes . .				×	×	×	
					×	×	. . 3tes . .					×	×	
						×	. . 4tes . .						×	
	×	×	×	×	×	×	. . 5tes . .	×	×	×	×	×	×	
	×	×	×	×	×	×	. . Furka . .	×	×	×	×	×	×	
Anzahl der erkennbaren Glieder außer der Furka	1	1	2	3	4	4		1	1	2	3	4	5	

Stadium	♀ *Temora* I	II	III	IV	V	VI	Normalglied	♀ *Acartia* I	II	III	IV	V	VI	Stadium
			×	×	×	×	. . 1tes . .			×	×	×	×	
				×	×	×	. . 2tes . .				×	×	×	
					×	×	. . 3tes . .					×	×	
						×	. . 4tes . .					×	×	
	×	×	×	×	×	×	. . 5tes . .	×	×	×	×	×	×	
	×	×	×	×	×	×	. . Furka . .	×	×	×	×	×	×	
Anzahl der erkennbaren Glieder außer der Furka	1	1	2	3	3	3		1	1	2	2	3	3	

Aus der Darstellung von Oberg (24, p. 63 und 89) sowohl wie von Claus (7, p. 81) geht hervor, daß auf den beiden ersten Copepoditstadien nur ein Abdominalsegment vorhanden ist, während Gran und nach ihm Damas zwei zählen. Dieser Widerspruch findet in folgender Beobachtung Obergs seine Erklärung: „Die andern Schwimmfüße treten in durchaus analoger Weise in kontinuierlicher Reihenfolge auf“ (wie vorher bei dem ersten und zweiten Schwimmfußpaar geschildert), „jeder vom vorhergehenden durch eine Häutung geschieden, so zwar, daß zunächst vom proliferierenden Segmente das betreffende Segment abgeschnürt wird, das zunächst aber seiner geringen Breite wegen eher zum provisorischen Abdomen, als zum Thorax zu gehören scheint.“ Auf einer anderen Stelle sagt Oberg (24, p. 63), daß das erste Adominalsegment zuerst auf dem III. Stadium angelegt erscheint. Rein äußerlich ist also eine Zweigliedrigkeit des Abdomens auf den beiden ersten Stadien vorgetäuscht, während die Beobachtung der Entwicklung lehrt, daß nur ein Glied, außer der Furka, das Abdomen bildet. Für die gleiche Unterscheidung der Altersstadien bilden diese beiden verschiedenen Auffassungen jedoch kein Hindernis, da das Fehlen des dritten resp. vierten Schwimmfußpaares ein genügendes Kriterium für das I. resp. II. Copepoditstadium ist.

Dieses eine Segment ist sowohl seiner Gestalt nach, als auch dadurch, daß der Enddarm hier mündet, dem Analsegment des ausgewachsenen Tieres analog. Während mit dem II. Stadium die Anlage neuer Thoraxsegmente abgeschlossen ist, setzt mit dem III. also die weitere Ausbildung des Abdomens ein.

Aus dem Schema ist zu ersehen, wie durch Wachstum im mittleren Teile des Abdomens allmählich die Fünfzahl der Glieder erreicht wird. Da dies bei jeder Häutung durch Vermehrung um je ein Glied geschieht, reicht die Kenntnis der Anzahl der Glieder zur Unterscheidung des III. bis VI. Copepoditstadiums aus, jedoch nur für die Männchen, da bei den Weibchen bestimmte Verschmelzungen vor sich gehen, die auch in dem Schema (Tab. 13) angedeutet sind.

Die nun folgenden Beobachtungen, die sich auf *Pseudocalanus, Paracalanus, Temora* und *Acartia* erstrecken, habe ich aus eigener Anschauung zusammengestellt, und zwar unter dem Gesichtspunkte, für die Zählung praktisch verwendbare Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Copepoditstadien hervorzuheben. Dabei ist besonders die Ausbildung des 5. Beinpaares berücksichtigt, das für die Unterscheidung der Geschlechter Bedeutung gewinnt.

Das I. und II. Stadium läßt sich also bei allen zu besprechenden Gattungen leicht durch das Vorhandensein von 2 bezw. 3 Schwimmfußpaaren bestimmen. Mit dem III. Stadium hat das *Pseudocalanus*-Weibchen bereits endgültig mit der Ausbildung von Schwimmfußpaaren abgeschlossen, indem ein 5. Beinpaar nicht mehr angelegt wird[1]). Das Abdomen hat 2 Ringe (s. Taf. I, Fig. 13). Das IV. Stadium ist durch 3 Abdominalringe (1, 2 und 5) charakterisiert (s. Taf. I, Fig. 14). Im V. Stadium kommt der dritte Ring neu hinzu; gleichzeitig beginnt die Verschmelzung des ersten und zweiten Segmentes, doch ist die Trennungslinie noch deutlich zu erkennen, so daß vier Abschnitte hervortreten (s. Taf. I, Fig. 15). Im VI. Stadium ist auch das fünfte Segment gezweiteilt, während das erste und zweite nun vollkommen verschmolzen ist, so daß auch wieder vier Abschnitte zu erkennen sind; jedoch ist der erste im Unterschied zu dem des V. Stadiums bedeutend größer und zeigt nunmehr die Genitalöffnung (s. Taf. I, Fig. 16).

Auch das Männchen besitzt auf dem IV. Stadium zunächst drei Abdominalringe, unterscheidet sich aber vom Weibchen durch das Vorhandensein eines fünften Beinpaares (s. Taf. I, Fig. 20), das aus einem nach unten etwas eingebuchteten Basisgliede (verschmolzen aus B_1 und B_2)[2]) mit beiderseits je einem zweigliedrigen Anhang, von denen der linke etwas größer ist. Die zwei Glieder des Anhangs entsprechen offenbar den B_2 und einem eingliedrigen Exopoditen des normalen Schwimmfußes. Auf dem V. Stadium des Männchens tritt am Abdomen ein Ring mehr (der dritte) auf, so daß dieses nunmehr vier Glieder besitzt, von denen aber das erste bedeutend selbständiger erscheint, als das erste des Weibchens auf demselben Stadium (s. Taf. I, Fig. 18). Gleichzeitig haben sich am 5. Beinpaar beiderseits die äußersten Glieder geteilt; auch hier ist derselbe Längenunterschied zwischen dem rechten und linken Bein wie vorher zu bemerken (s. Taf. I, Fig. 21). Das nächste Stadium zeigt dann das typische 5. *Pseudocalanus*-Beinpaar und ein fünfgliedriges Abdomen, dessen 5. Glied jedoch außerordentlich klein geworden ist (s. Taf. I, Fig. 19). Die relative Länge der einzelnen Ringe ist aus den Figuren ersichtlich.

Bei *Paracalanus* ist die Entwicklung des Abdomens im Prinzip dieselbe wie bei *Pseudocalanus*. Jedoch tritt auf dem V. Stadium des Weibchens noch weniger eine Verschmelzung der beiden ersten Abdominalsegmente ein, so daß das Abdomen, von Größenunterschieden abgesehen, dem des Männchens auf demselben Stadium gleicht. Erst auf dem VI. Stadium des Weibchens bildet sie ein einheitliches Genitalsegment, wie bei *Pseudocalanus*. Wir haben also sowohl für Weibchen und Männchen auf dem III. Stadium zwei Glieder, auf dem IV. Stadium drei Glieder, auf dem V. Stadium 4 Glieder, während das VI. Stadium beim Weibchen 4, beim Männchen 5 Glieder aufweist (s. Taf. I, Fig. 1—7).

Für die Unterscheidung der Geschlechter auf dem III. und IV. Stadium bietet das 5. Beinpaar einen wesentlichen Anhaltspunkt. Das 5. Beinpaar des Weibchens besitzt bereits auf dem IV. Stadium die Form wie auf dem VI., doch in bedeutend kleineren Dimensionen. Auch fehlt am distalen Gliede noch die Außenborste, die dann auf dem V. Stadium erscheint, unter gleichzeitiger Größenzunahme des ganzen Beinpaares (s. Taf. I, Fig. 8—10).

---

[1]) In dem vorliegenden Material fand ich ein besonders großes *Pseudocalanus*-Weibchen (1,63 mm), das ein verkümmertes 5. Beinpaar von derselben Gestalt besaß, wie es Mràzek (22, p. 507, Fig. 5 und 6) abbildet. Letzterer bestätigt die von Boeck 1864 bereits gemachte Beobachtung, daß eben zuweilen ein 5. Beinpaar angetroffen wird, auch für seinen im arktischen Gebiet erbeuteten *Pseudocalanus*.

[2]) Bezeichnung nach Giesbrecht (11), B_1 und B_2 = erstes und zweites Basisglied.

Das 5. Beinpaar des Männchens ist auf dem IV. Stadium (s. Taf. I, Fig. 11) bedeutend größer, als das des Weibchens auf dem gleichen Stadium. Es besteht aus zwei von einem gemeinsamen Basalstück ausgehenden einästigen Beinen, von denen das linke zwei-, das rechte eingliedrig ist. Die distalen Glieder beider Beine tragen je zwei winzige Dornen. Das proximale Glied des linken Beines ist etwa ein Drittel so groß wie das distale desselben Beines. Das Glied des rechten Beines ist doppelt so groß wie das proximale des linken Beines, so daß das rechte Bein bedeutend kürzer erscheint. Auch die rechte Hälfte des Basalstückes, ein Verschmelzungsprodukt aus je einem Gliede der beiden Beine, ist im Vergleich zur linken verkürzt. Auf dem V. Stadium ist das linke Bein (s. Taf. I, Fig. 12) um ein mittleres Glied vermehrt und das Basalstück in eine rechte und eine linke Hälfte deutlicher geschieden, ohne daß diese aber frei werden. Das linke Bein besteht also auf diesem Stadium aus dem Basalglied, zwei darauffolgenden gleich großen Gliedern und einem distalen Gliede, das die Größe der beiden vorhergehenden zusammengenommen hat. Das rechte Bein ist nur um ein geringes gewachsen, ohne neue Glieder zu bilden. Das Männchen besitzt also im Unterschied zu den gleichen Stadien des Weibchens ein größeres 5. Beinpaar mit deutlich verkürztem rechten Bein, während beim Weibchen beide stets etwa gleich groß sind.

Im allgemeinen ist eine Trennung der Geschlechter nach den benutzten morphologischen Merkmalen frühestens erst mit dem IV. Stadium möglich.

Während die übrigen Schwimmfußpaare nach Oberg in 3 Stufen ihre volle Ausbildung erreicht haben, gekennzeichnet als „Wulst", „Flosse" und „Schwimmfuß", lassen sich beim 5. Beinpaar mindestens vier Stufen deutlich unterscheiden; und zwar tritt 1. auf dem III. Stadium die Flossenform hervor, 2. auf dem IV. ein rudimentäres Beinpaar, das bereits die Endform andeutet, 3. auf dem V. ein etwas mehr entwickeltes Beinpaar und 4. auf dem VI. Stadium das ausgebildete Beinpaar des geschlechtsreifen Tieres. Wenigstens lassen sich bei *Temora* alle diese Formen verfolgen, bis auf die eigentlich erste Anlage als wulstförmige Vorwölbung, die nach Oberg auf dem II. Stadium, wo das fünfte Thoraxsegment angelegt wird, erscheint. Da ich diesem Stadium, wie oben erwähnt, in bezug auf das 5. Beinpaar keine so große Aufmerksamkeit schenkte, habe ich die Entwicklungsstufe des 5. Beinpaares, die also die oben aufgeführten noch um eine vermehren würde, nicht direkt beobachtet. Auch die Flossenform auf dem III. Stadium habe ich bei den andern Copepoden nicht besonders hervorgehoben, da das 5. Beinpaar auf diesem Stadium dem Körper meist dicht angeschmiegt liegt und wegen seiner Kleinheit auch nur schwer zu erkennen ist. Es kommt daher für eine praktische Unterscheidung nicht so sehr in Betracht. Bei *Temora* jedoch fällt diese Flossenform wegen ihrer verhältnismäßig beträchtlichen Größe besonders auf (s. Taf. I, Fig. 22, 23). Es ist eine dreieckige Platte, die am distalen, etwas abgerundeten Ende eine dickere Spitze und einen kleinen Dorn trägt. Das Abdomen besteht auf diesem III. Stadium aus zwei Abdominalringen. Dann lassen sich vier verschiedene Stadien mit drei Abdominalringen unterscheiden, von denen drei der weiblichen und eines der männlichen Entwickelungsreihe angehören (♀ IV, V, VI, s. Taf. I, Fig. 24—26). Das mittlere Glied ist bei dem Weibchen stets das kleinste, das Analsegment übertrifft das erste nur wenig an Länge, während beim Männchen (♂ IV, Taf. I, Fig. 27) die beiden ersten Glieder ungefähr gleich groß sind, das Analsegment aber beinahe die Größe dieser beiden zusammengenommen hat. Das 5. Beinpaar des Weibchens auf dem IV. Stadium (s. Taf. I, Fig. 30) besteht aus 2 dreigliedrigen Ästen. Die Basalglieder sind zum Teil verschmolzen; es folgt ein ungefähr quadratisches Glied, an das sich ein ovales Endblatt ansetzt. Dieses trägt am distalen Ende einen größeren und einen kleineren Dorn, und am äußeren Rande, etwas hinter der Mitte der Längskante, eine kleine Borste. Auf dem V. Stadium (s. Taf. I, Fig. 31) haben sich die Endglieder bedeutend in die Länge gestreckt, und auch am Innenrande, etwa der Außenrandborste gegenüber, zeigt sich ein kräftiger, etwas geschwungener Dorn. Außerdem sind auch die beiden Dornen am distalen Ende bedeutend kräftiger geworden. Dadurch ist das Beinpaar dem des ausgewachsenen Tieres bereits so ähnlich geworden, daß ich keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale herauszufinden vermag, abgesehen davon, daß das Beinpaar als Ganzes auch größer geworden ist.

Ebenso ähnelt das Abdomen (s. Taf. I, Figur 25) des V. Stadiums beim Weibchen sehr dem des VI. Stadiums. Das erste sichtbare Glied, das man sich nach Analogie der Entwicklung von *Pseudocalanus* aus Glied 1 und 2 verschmolzen denken kann, läßt schon deutlich die ventrale Vorwölbung erkennen, an der sich dann auf dem VI. Stadium die Genitalöffnung befindet (s. Taf. I, Fig. 26). Das Vorhandensein

dieser Öffnung ist neben dem Größenunterschied das einzige abweichende Merkmal gegen das V. Stadium. Berücksichtigt man nur die Veränderungen der äußeren Hülle vom IV. bis VI. Stadium, so liegt die Annahme nahe, daß es sich nur um stärkeres Auswachsen der auf Stadium IV schon vorhandenen Glieder handelt. Leider konnte ich die Anlage des nachfolgenden Stadiums unter der Hülle des vorhergehenden nicht mehr eingehend untersuchen, so daß ich nicht aus eigener Anschauung weiß, ob Zellenmaterial vorübergehend neu angelegter Glieder zum weiteren Aufbau benutzt wird, so daß man die Segmente als Verschmelzungsprodukte der sonst bei den Calamiden normal vorhandenen Glieder auffassen kann[1]). Aus Obergs Darstellung geht nicht klar hervor, ob direkte Beobachtungen oder theoretische Erwägungen ihn dazu führten, die Entwicklung des *Temora*-Abdomens mit der als normal angesehenen Entwicklung des *Centropages*-Abdomens so in Parallele zu setzen, wie aus dem obigen Schema hervorgeht. Wenigstens rechtfertigt ein Vergleich mit der Entwicklung des männlichen Abdomens dieses Vorgehen. Auch Größenmessungen lassen trotz bedeutender Schwankungen die drei letzten verschiedenen Copepoditstufen deutlich unterscheiden, wenn man berücksichtigt, daß auch die geschlechtsreifen *Temora* auffallend starke Größendifferenzen aufweisen.

Bei Individuen der männlichen Entwicklungsreihe mit 3 Abdominalringen (♂ IV, Taf. I, Fig. 27) ist das 5. Beinpaar (s. Taf. I, Fig. 32) bereits kräftiger ausgebildet, als bei den Weibchen derselben Stadien. In der Seitenlage läßt sich deutlich erkennen, daß das linke Bein das Ende des zweiten Abdominalgliedes beinahe erreichen würde, wenn man es sich um seine Achse an den Hinterkörper herangeklappt denkt, während bei den Weibchen das 5. Beinpaar kaum das Ende des 1. Gliedes erreichen würde. Das rechte Bein des Männchens ist in allen seinen 3 Gliedern etwas kürzer als das linke. Neben diesen Längenunterschieden zeigen sich auch noch andere Merkmale, die darauf hinweisen, daß wir es mit einem unentwickelten Beinpaar eines *Temora*-Männchens zu tun haben. Es sind auch hier (also ♂ IV) zwei verschmolzene Basisglieder vorhanden, auf die rechts und links zunächst je ein etwa quadratisches Glied folgt, jedoch mit dem Unterschied zum Fuße des Weibchens, daß die distale innere Ecke des linken Gliedes eine kleine Vorwölbung zeigt, die dem langen Dorn desselben Beines auf dem VI. Stadium entspricht. Am Außenrande trägt dieses Glied einen kleinen Stachel, den ich jedoch nicht immer gesehen habe. Es folgt dann jederseits ein ziemlich langgestrecktes Blatt. Das linke läßt etwa zur Hälfte am Außenrande eine seichte Einschnürung erkennen, aus der ein kleiner Stachel hervorgeht. Im letzten Drittel, ziemlich nahe dem Ende, findet sich noch ein solcher. Die distale Rundung des Blattes trägt einen kürzeren, kräftigen Dorn mehr auf der Rückseite und einen dünnen, längeren Stachel mehr auf der Vorderseite. Das dritte Glied des rechten Beines hat am Außenrande 3 kleine Stacheln, von denen der 2. in etwa doppelter Entfernung wie der erste vom proximalen Ende dieses Gliedes sich befindet, während der dritte, einen kürzeren Raum dazwischenlassend, am distalen Ende neben einem kräftigen Dorn steht. Auf dem nächsten Stadium (♂ V, Taf. I, Fig. 33) erscheint die Vorwölbung am zweiten Gliede des linken Beines größer und undeutlich abgeschnürt, als wenn ein Endopodit sich bilden wollte. Das 3. Glied hat sich mehr gestreckt und an der Stelle, wo auf dem vorhergehenden Stadium der 1. Außenrandstachel saß, sich geteilt. Dieser nunmehr zweigliedrige Exopodit besitzt zur Hälfte des Innenrandes des 1. Gliedes einen kleinen Stachel und am Außenrande des 2. Gliedes, etwa in $^2/_3$ Entfernung vom proximalen Ende, einen neu hinzugekommenen kleinen Stachel. Das rechte Bein hat sich selbst in der Größe kaum merklich, sonst überhaupt nicht geändert. Das Abdomen (s. Taf. I, Fig. 28) ist um einen Ring (3) vergrößert worden. Auf dem VI. Stadium besteht das Abdomen (s. Taf. I, Fig. 29) des Männchens aus 5 Gliedern. Das 5. Beinpaar hat seine typische Gestalt angenommen.

Bei *Acartia* zeigt die Entwicklung nicht einen so normalen Verlauf wie bei *Pseudocalanus* und *Paracalanus,* da sehr weitgehende Verschmelzungen der Abdominalringe eintreten und eine gewisse Ähnlichkeit der beiden Stadien bewirken; durch Größenmessungen können hier nicht ohne weiteres wie bei *Temora* die Grenzen zwischen ähnlich erscheinenden Stadien festgestellt werden, da in demselben

[1]) Ich möchte daher die Oberg'sche Deutung nicht umstoßen, obgleich mir scheint, daß auf dem IV. Stadium bereits Glied 1 und 2 verschmolzen und 3 schon vorhanden ist, und zwar wegen der Länge des ersten Gliedes einerseits, und weil es andererseits meist eine seichte Einschnürung erkennen läßt. Auf dem V. Stadium würde dann das 4. Glied angelegt, während 1, 2, 3 verschmolzen sind. Eine ähnliche Entwicklung macht das Abdomen des *Acartia*-Weibchens durch.

Fange Individuen der verschieden großen Arten gleichzeitig auftreten können. Nach den typischen, ausgewachsenen Exemplaren zu urteilen, fanden sich in meinen Fängen die Arten *A. bifilosa, longiremis* und *Clausi*. Von diesen läßt sich *bifilosa* schon vom II. Stadium ab durch das Vorhandensein von Rostralfäden als solche erkennen (Oberg, 24, p. 62). Da nun nach Obergs Beobachtungen die Entwicklung der verschieden *Acartia*-Arten bei ihrer nahen Verwandtschaft im Prinzip dieselbe ist, habe ich die Art *bifilosa* nicht näher untersucht, dagegen den beiden andern Arten, die bis zum V. Stadium außer der Abweichung in der Größe wesentlicher Unterschiede entbehren, größere Aufmerksamkeit geschenkt. Sie fanden sich in zwei Gebieten ziemlich rein gesondert, *A. longiremis* im Norden (Station 26, 28, 20), *A. Clausi* im Süden der Nordsee (Station 34, 36, 37), so daß man wohl die jüngeren Stadien ihrem Herkunftsort entsprechend mit einiger Gewähr für die Richtigkeit bald der einen, bald der andern Art zuweisen kann.

Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Arten der Nordsee, und zwar ergibt sich zunächst folgende Entwicklungsreihe für *Acartia Clausi*. Das III. Stadium (s. Taf. I, Fig. 34) zeigt dieselben Merkmale wie das der andern Copepoden. Das IV. Stadium des Weibchens (s. Taf. I, Fig. 35) weist zwar der Zahl nach kein neu hinzugetretenes Glied auf, doch muß man wegen der bedeutenden Größe des ersten Segments annehmen, daß eine Verschmelzung des 1. und 2. Normalgliedes eingetreten ist, wenn anders man die Entwicklung von *Acartia* auf die als normal angesehene Entwicklung (Oberg) der Calaniden zurückführen will. Entsprechend der Entwicklung dieser Gruppe tritt auf diesem Stadium zum ersten Mal das 5. Beinpaar in einer Form auf, die sich der des ausgewachsenen Tieres schon etwas nähert (s. Taf. I, Fig. 41). An einer Basalplatte, die als Verschmelzungsprodukt von B_1 und B_2 gedacht werden kann, setzt sich rechts und links je ein flaches, rundliches Glied an, das am distalen, äußeren Rande eine etwas auf die Hinterfläche gerückte Fiederborste trägt; die linke Borste ist stärker geschwungen als die rechte. Darauf folgt ein kleinerer, fast kugeliger Anhang. Auf dem nächsten Stadium (♀ V, Taf. I, Fig. 42) sind die borstentragenden Glieder etwas gestreckter, erscheinen aber nicht mehr so deutlich von der Basalplatte abgeschnürt, sondern etwas mehr verwachsen. Der kugelige Anhang trägt am distalen Ende nunmehr einen kräftigen, und soweit ich erkennen konnte, platten Dorn, der etwas länger als das letztgenannte Glied ist.

Ehe ich die weitere Umbildung des Abdomens bespreche, muß ich zunächst auf eine Eigentümlichkeit des Analsegmentes hinweisen. Dieses hatte bei den andern Copepoden dorsal eine Vorwölbung oberhalb des Afters. Bis zu dieser ist, dorsal gesehen, durch eine Einfurchung in der Längsrichtung eine Trennung des Analsegmentes angedeutet, die ja in der Furka vollkommen durchgeführt ist. Während nun diese Vorwölbung bei den andern Copepoden dem Analsegment während der ganzen Entwickelung erhalten bleibt, scheint sie bei *Acartia* (♀) zur Bildung eines neuen Gliedes mit verwandt zu werden. Schon auf dem III. Stadium fällt sie durch besondere Größe auf. Als dorsale Platte ist sie auf dem IV. Stadium des Weibchens (Taf. I, Fig. 35) dem proximalen Rande des Analsegmentes angeschmiegt. Zuweilen ist ein Ausläufer dieser Platte zu sehen, der als schmaler Streifen an beiden Seiten des Analsegmentes am proximalen Rande verläuft und damit ein in einem späteren Stadium auszubildendes Segment andeutet. Es sind also nur zwei deutlich sichtbare Segmente vorhanden. Auf dem nächsten Stadium (V, Taf. I, Fig. 36) tritt ein Segment hinzu. Normalerweise müßte es das dritte Glied sein, das auf diesem Stadium sonst bei den Calaniden ausgebildet wird unter gleichzeitiger Verschmelzung des ersten und zweiten. (Letzteres ist bei *Acartia* (♀), wie wir gesehen haben, bereits auf dem vorhergehenden [IV.] Stadium geschehen.) Nun aber weist die dorsale Verlängerung in furkaler Richtung des neu gebildeten Gliedes, die Giesbrecht (10, p. 145) als „Analklappe" bezeichnet, darauf hin, daß in diesem neuen Gliede die vorher erwähnte dorsale Vorwölbung sich wiederfindet, daß also ein Bestandteil des 5. Normalsegmentes sich abgespalten hat, ein Vorgang, der bei andern Calaniden erst auf dem Übergang zum VI. Stadium sich abspielt und die Bildung des 4. Segmentes darstellt. Es führt also die charakteristische Gestalt des neu gebildeten Gliedes zu der Annahme, daß bereits auf dem V. Stadium bei *Acartia* (♀) das 4. Glied erscheint. Soll das Abdomen nun auf das 5-gliedrige Normalabdomen zurückgeführt werden, so bleibt nur die Annahme übrig, daß das bisher noch nicht aufgetretene dritte Normalglied bereits im Genitalsegment (das auf dem IV. Stadium aus Glied 1 und 2 bestand) aufgegangen ist, eine Verschmelzung, die bei *Acartia* also wiederum

auf einem früheren Stadium eintritt, als bei den anderen Calaniden. Die bedeutende Vergrößerung des Genitalsegmentes auf dem V. Stadium gegen das IV. gibt dieser Deutung große Wahrscheinlichkeit. Damit hat das Abdomen des V. Stadiums bei *Acartia* (♀) mit dem des VI. eine überraschende Ähnlichkeit erhalten, die noch durch die ventrale Vorwölbung des Genitalsegmentes vergrößert wird. Doch ist noch nicht die Genitalöffnung zu erkennen. Auch ist die Bedornung noch spärlicher als am geschlechtsreifen Tier. Der letzte Thoraxring zeigt an der Stelle, wo später die für *Acartia Clausi* typischen 3—4 Spitzen sich befinden, nur eine kleine Spitze (zuweilen ein feines Härchen), die ich jedoch nicht an allen Exemplaren gesehen habe. Das erste und zweite der sichtbaren Glieder trägt oben, mehr seitlich am distalen Rande, rechts und links je eine kleine Spitze. Die Bedornung tritt auf diesem Stadium zum ersten Male auf.

Das letzte Stadium (Taf. I, Fig. 37) unterscheidet sich vom V. in bezug auf das Abdomen nur durch die gesteigerte Größe in Länge und Dicke, durch die stärkere, jetzt typische Bedornung (auch des letzten Thoraxringes) und das Sichtbarwerden der Genitalöffnung.

Auch das 5. Beinpaar (Taf. I, Fig. 43) ist auf dem VI. Stadium im ganzen kräftiger geworden, die B_2 haben die typische quadratische Form angenommen, und der rundliche Anhang des V. Stadiums, der wohl als rudimentärer Exopodit aufzufassen ist, hat sich unter Verschmelzung mit dem ebenfalls jetzt vergrößerten Dorn zu der normalen Klaue ausgewachsen, die am Ende mit feinen Dörnchen besetzt ist.

Dieselbe Entwicklung des V. und VI. Stadiums habe ich an Exemplaren von *Acartia bifilosa* (Ostsee, Terminfahrts-Station DO 11) beobachtet, für die bis ins einzelne genau dasselbe gilt wie für *Acartia Clausi*. Darunter war ein Tier im V. Stadium, dem bereits ein Spermatophor an der Genitalvorwölbung angeklebt war, ohne daß eine Genitalöffnung zu sehen wäre. (Wahrscheinlich handelt es sich um eine anormale Begattung, da ich auch ein auf dem V. Stadium befindliches *Temora*-Männchen fand, dem an der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Abdominalgliede ventral ein Spermatophor anhaftete.) Vielleicht deutet dieser Umstand darauf hin, daß sich der Übergang vom V. zum VI. Stadium sehr schnell und ohne Häutung vollzieht. Dann müßte aber ein Wachstum der Chitinhülle möglich sein und zwar für das Abdomen bei *Acartia bifilosa* von 0,24 auf 0,30 mm (des ganzen Tieres von 0,99 auf 1,22 mm), bei *A. Clausi* von 0,27 auf 0,34 mm (des ganzen Tieres von 1,13 bis 1,43 mm). Das halte ich jedoch, nach den bisherigen Untersuchungen zu urteilen, für unwahrscheinlich. Außerdem steht der Größe nach das V. Stadium dem IV. näher als dem VI. Dafür, daß man berechtigt ist, bei *Acartia* noch 3 Stadien nach dem III. zu unterscheiden und diese mit dem IV., V. und VI. der andern Calaniden in Beziehung zu setzen, spricht nicht nur der Umstand, daß sich aus Größenmessungen deutlich drei verschiedene Gruppen ergeben, sondern auch ein Vergleich mit der Entwicklung des männlichen Abdomens.

Das III. Stadium (♂) von *Acartia Clausi* stimmt mit dem des Weibchens überein (Taf. I, Fig. 38). Auf dem IV. finden wir Segment eins, zwei und fünf vor, letzteres mit der auch beim Weibchen (IV) charakteristischen dorsalen Vorwölbung. Auf dem V. Stadium (Taf. I, Fig. 39) kommt das dritte Glied neu hinzu, während gleichzeitig die dorsale Vorwölbung am Analgliede des III. und IV. Stadiums größer wird und dieses fünfte Glied auch seitlich etwas mehr umfaßt. Zuweilen ist auf Stadium V an demselben Gliede auch ventral noch ein etwas kleinerer Wulst wie dorsal zu sehen; beide können auch durch einen schmalen Streifen bereits ineinander übergehen. Es scheint dies eine Vorbereitung für das neue Stadium unter der Hülle zu sein. Denn auf dem VI. Stadium ist das vierte Glied völlig vom fünften getrennt und hat eine sattelförmige Gestalt mit einem furkalwärts offenen Bogen. Auch hier ist die Analklappe wie beim Weibchen vom fünften Gliede getrennt und mit dem vierten verschmolzen.

Das fünfte Beinpaar (Taf. I, Fig 44) weicht bereits auf dem IV. Stadium von dem des Weibchens ab. In der Seitenlage des Copepoden erscheint es größer. Die B_2 sind noch undeutlicher von dem zu einem Stück verschmolzenen B_1 getrennt als beim Weibchen. Auf sie folgt beiderseits ein langgestreckter, blattförmiger Anhang, von denen nur der rechte am Ende eine kleine Spitze trägt. Die Fiederborste des linken B_2 ist auch hier stärker geschwungen, während die des rechten steif nach hinten absteht.

Auf dem V. Stadium (Taf. I, Fig. 45) sind sämtliche Glieder größer geworden. Die distalen Glieder sind in der Mitte leicht eingeschnürt. Unter der Hülle sind in dieser Gegend Trennungslinien im Gewebe zu sehen. Das linke, auch jetzt noch blattförmige Glied läuft in einen langen Dorn aus, das rechte, etwas längere distale Glied trägt eine kleine Spitze. Am Außenrande des linken und rechten Gliedes finden sich

in der distalen Hälfte je zwei feine Borsten, während das rechte auch am Außenrande der proximalen Hälfte in der Nähe der Einschnürung eine solche zeigt.

In den Grundzügen ist die Entwicklung von *Acartia longiremis,* soweit ich gesehen habe, dieselbe wie bei *Acartia Clausi.* Bis zum V. Stadium (inkl.) lassen sich diese beiden Arten nur nach der Größe unterscheiden, doch begegnet man hierbei der Schwierigkeit, daß man nicht ohne sehr viele Messungen die Grenzwerte für die Stadien aufstellen kann. Auch ist es nicht möglich, solche von allgemeiner Gültigkeit zu ermitteln, da auch die Maße der erwachsenen Individuen nach den Gegenden, in denen sie gefangen werden, beträchtlich schwanken. Es bedarf daher für jedes Gebiet, wo diese beiden Arten gleichzeitig auftreten, zunächst einer Untersuchung, in welchem Größenverhältnis die ausgewachsenen Tiere stehen. Soweit ich übersehen kann, ist *Acartia longiremis* in allen Stadien kleiner als *Acartia Clausi* desselben Gebietes und auf den gleichen Stadien.

Für das IV. Stadium ist noch erwähnenswert, daß das erste sichtbare Glied des weiblichen Abdomens durch eine Linie undeutlich geteilt erscheint und so als Verschmelzungsprodukt aus 2 Gliedern zu erkennen ist. Das 5. Beinpaar (♀), das dem von *Acartia Clausi* auf diesem Stadium in seiner äußern Form gleicht, trägt am Ende des dorsalen, rundlichen Anhanges einen Stachel, den ich bei *A. Clausi* nicht gesehen habe.

Das V. Stadium des Weibchens ist mir nicht zu Gesicht gekommen, doch wird es unzweifelhaft denselben Charakter tragen wie das von *A. Clausi,* da ja auch, wie schon erwähnt, für *A. bifilosa* dies der Fall ist. Das ausgewachsene Tier zeigt geringfügige Unterschiede in der Bedornung, die insofern interessant sind, als diese bestimmt lokalisiert erscheinen. So finden sich z. B. im Skagerrak Exemplare (♀ sowohl wie ♂), die am letzten Thoraxring statt des einen langen Stachels bald rechts, bald links zwei große, dicht nebeneinander stehende, kräftige Stacheln tragen. Die Individuen zeichnen sich durch besondere Größe aus. Auch am 5. Beinpaar des Männchens fand ich bei *Acartia longiremis* aus der nördlichen Nordsee (Stat. 26, 28) auf der hinteren Fläche des zweiten Basalgliedes des linken Beines einen längeren und einen kürzeren Stachel (Taf. I, Fig. 51), die bisher meines Wissens nicht beobachtet sind (vergl. Giesbrecht 10, Taf. 8, Fig. 32). Auch an Exemplaren aus der Ostsee (Stat. 11) fand ich sie. Ähnliche geringe Abweichungen, besonders in der Bedornung des 5. Beinpaares des Männchens, konnte ich auch bei *A. Clausi* feststellen, doch scheinen sie mir vorläufig nicht einer eingehenden Besprechung wert, da ich nicht genug Material daraufhin untersuchen konnte.

Das V. Stadium von *A. longiremis* (Taf. I, Fig. 47) ist auch durch morphologische Merkmale von *A. Clausi* unterschieden, da die auch auf diesem Stadium zuerst auftretende Bedornung bedeutend kräftiger ist als bei *A. Clausi.* Besonders auffallend sind die großen Stacheln an der Rückseite des Analsegmentes, die dicht unter dem angelegten vierten Gliede, der sogenannten Analklappe, entspringen. An Stelle des Stachels am letzten Thoraxsegmente, der auf dem V. Segmente noch nicht so kräftig ist wie beim ausgewachsenen Tiere, habe ich zuweilen zwei ziemlich lange Härchen gesehen.

Am fünften Beinpaar (Taf. I, Fig. 48, 49), das dem von *A. Clausi* auf dem V. Stadium in seiner Gestalt gleicht, sind die Borsten, die auch hier in ähnlicher Anordnung vorhanden sind, zarter als bei *A. Clausi,* so daß sie sich meist der Beobachtung entzogen.

Die zur Unterscheidung der Stadien wichtigen Merkmale wird man auch ohne Gefahr auf *Acartia bifilosa* übertragen können, wie schon vorher der Vergleich der V. Stadien der Weibchen zeigte.

Die bisher nicht sonderlich beachteten Größenmessungen der verschiedenen Copepodit-Stadien einerseits und die Verteilung andererseits geben Anlaß zu biologischen Betrachtungen nach zwei Richtungen hin. 1. Legt ein Vergleich der verschiedenen Wachstumssprünge mit der relativen Häufigkeit der einzelnen Stadien die Möglichkeit nahe, einen Anhalt über die Entwicklungsdauer zu gewinnen, wenn man auch Einflüsse anderer Art auf die relative Häufigkeit berücksichtigt, eine Erwägung, die Gran (14) und Oberg (24) fruchtbar zu machen suchten; 2. fördert die Beachtung der Größe und der Verteilung der Stadien ein sicheres Urteil über die Verbreitung der Arten und ihre Abhängigkeit von den äußeren Verhältnissen, wie sich aus den Untersuchungen Hensens (16) und Nordquists (23) ergibt. Es wird dieses besonders wichtig für Mischgebiete, wie sie Ost- und Nordsee und ihre Verbindungsstücke, Kattegat und Skagerrak, aufweisen. Hier werden Messungen die exakten Zählungen quantitativer Fänge wesentlich unterstützen bei

der Untersuchung der Frage nach der Produktionsfähigkeit der einzelnen Arten in den verschiedenen Gebieten und Jahreszeiten und somit die Frage, ob die Arten in gewissen Gegenden als heimisch oder eingeschleppt zu betrachten sind.

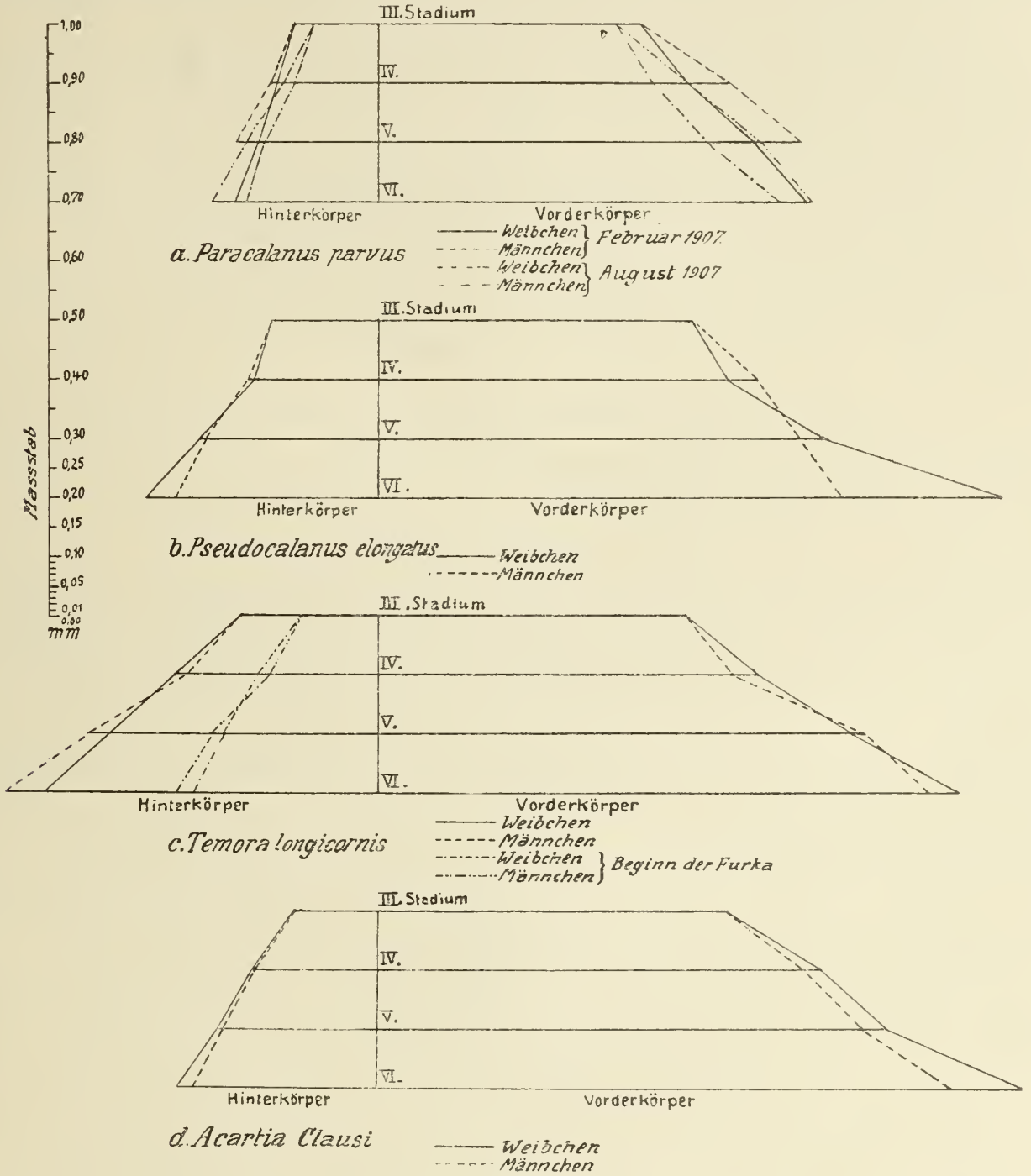


Fig. 7. Graphische Darstellung des Wachstums von *Paracalanus, Pseudocalanus, Temora, Acartia.* (Nach Tabelle 14—18.)

Horizontal: nach rechts und links von der Vertikalen: 1 mm der Zeichnung = 0,01 mm des Objektes.

Die vorliegenden Untersuchungen können jedoch nur in beschränktem Maße zur Lösung dieser Probleme beitragen, da einerseits das bearbeitete Material verhältnismäßig gering ist, andrerseits sich erst im Verlaufe der Untersuchung ein Arbeitsprogramm entwickelte, so daß nicht alle sich als wünschenswert herausstellenden Beobachtungen von vornherein gemacht werden konnten.

Wie bei Besprechung der morphologischen Merkmale der verschiedenen Stadien gehe ich auch bei der Aufstellung der Längenunterschiede vom III. Copepodit-Stadium aus. Morphologisch war eine Unterscheidung der Geschlechter auf diesem nicht möglich. Auch Größenmessungen werden kaum gestatten, zwei gut getrennte Gruppen von Männchen und Weibchen zu formieren, da auch beim IV. und V. Stadium die Unterschiede der Geschlechter z. T. noch verhältnismäßig gering sind. Ich habe mir daher nicht die Mühe gemacht, eine genügend große Anzahl von Messungen anzustellen, da dann auch noch der Nachweis durch Beobachtung der inneren Morphologie fehlen würde, ob wirklich die sich etwa herausstellenden, nach den Größen geordneten Gruppen einer Trennung von Männchen und Weibchen entsprechen.

In den vier vorhergehenden graphischen Darstellungen stellt die vertikale Linie die Grenze zwischen Vorder- und Hinterkörper dar; es scheint mir wesentlich, zu erfahren, welchen Beitrag jeder der genannten Körperabschnitte für sich zur Größenzunahme liefert. Zur Berechnung der Mittelwerte sind etwa je 3 bis 12 Messungen verwandt worden, von denen jedoch nur die extremen Werte in den Tabellen (14—18) aufgeführt sind.

Wie aus der graphischen Darstellung (Fig. 7) ohne weiteres ersichtlich ist, sind die Größenintervalle zwischen den verschiedenen Häutungen bei Individuen derselben Art nicht gleich, auch vollzieht sich der Wachstumsfortschritt bei den verschiedenen Arten nicht übereinstimmend. Daher werde zunächst für jede einzelne der Entwicklungsgang besprochen.

Tabelle 14.

Messungen an Exemplaren von *Paracalanus parvus* der August-Terminfahrt 1907. Nordsee, Station 15.

Stadium	Extreme Werte in mm				Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede zwischen den Stadien in $^1/_{100}$ mm (Differenzen zwischen Vorder- und Hinterkörper getrennt, durch ein +-Zeichen verbunden, aufgeführt)	
	♀		♂		♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,37	0,43			0,40			
	0,11	— 0,12			0,11			
	0,48		0,55		0,51			
							III auf IV 6 + 3	12 + 5
IV	0,44	0,48	0,49	0,54	0,46	0,52		
	0,14	— 0,14	0,14	— 0,18	0,14	0,16		
	0,58	0,62	0,63	0,72	0,60	0,68		
							IV auf V 9 + 5	12 + 6
V	0,52	0,57	0,55	0,73	0,55	0,64		
	0,18	— 0,18	0,20	— 0,23	0,19	0,22		
	0,70	0,75	0,75	0,96	0,74	0,86		
							V auf VI 13 + 3	(?) 9 + 6
VI	0,64	0,73	0,73		0,68			
	0,21	— 0,21	0,28		0,22	?		
	0,85	0,94	1,01		0,90			

Tabelle 15.

Messungen an Exemplaren von *Paracalanus parvus* der Februar-Terminfahrt 1907. Nordsee, Station 15.

Stadium	Extreme Werte in mm		Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede zwischen den Stadien in 1/100 mm	
	♀	♂	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,44 0,13 — 0,14 0,57	0,44 0,58	0,44 0,14 0,58			
					III auf IV 8 + 3	15 + 4
IV	0,52 0,53 0,16 — 0,18 0,68 0,71	0,57 0,60 0,16 — 0,19 0,73 0,79	0,52 0,17 0,69	0,59 0,18 0,77		
					IV auf V 11 + 3	12 + 6
V	0,53 0,67 0,18 — 0,23 0,71 0,90	0,62 0,78 0,21 — 0,25 0,83 1,03	0,63 0,20 0,83	0,71 0,24 0,95		
					V auf VI 9 + 4	?
VI	0,69 0,75 0,23 — 0,27 0,92 1,02	?	0,72 0,24 0,96	?		

Im allgemeinen sei noch vorausbemerkt, daß die Schwankungen in der Größe z. T. recht beträchtlich sind, ganz abgesehen von den Unterschieden, die z. B. zwischen denselben Arten der Ost- und Nordsee bestehen, und zwar werden die Schwankungen um so größer, auf einer je höheren Entwicklungsstufe sich die Copepoden befinden. Wie bei den örtlich weit getrennt auftretenden Copepoden die verschiedenen Lebensbedingungen offenbar einen Einfluß auf die Größe ausüben (Nordquist, 23, p. 15), so liegt die Annahme nahe, daß auch die Größe von örtlich zusammenlebenden Copepoden von diesen abhängig sein wird, so daß mit ihrem Wechsel eine Änderung der Durchschnittswerte eintritt. Da nun in meinen Fängen nicht eine genügende Menge von *Paracalanus* sich vorfand, nahm ich für die Größenmessungen Exemplare aus Terminfahrtsfängen zu Hilfe, um gleichzeitig festzustellen, ob Schwankungen in den Mittelwerten aufträten. Es zeigt sich nun, daß *Paracalanus* im Februar durchschnittlich größer ist, als im August an derselben Nordseestation 15, wie im einzelnen aus den Tabellen 14 und 15 zu ersehen ist. Die Größenzunahme gestaltet sich folgendermaßen: Nach den Messungen der August-Exemplare weist der Vorderkörper des Weibchens den größten Wachstumssprung beim Übergang vom V. zum VI. Stadium auf. Die vorhergehenden Stadien zeigen ziemlich gleichmäßige Fortschritte, je um ungefähr dieselbe Differenz vermindert, wie der Unterschied zwischen dem V. und VI. Stadium beträgt. Die Hauptentwicklung erscheint also nach den letzten Stadien hin verlegt. Das Abdomen, das zwar auf dem Übergang vom IV. zum V. Stadium am meisten wächst, führt keine wesentliche Änderung herbei.

Beim Männchen dagegen schreitet die Entwicklung gleich anfangs am meisten fort, und zwar so, daß auf dem IV. Stadium das Männchen bereits größer ist als das Weibchen. Der Abstand scheint nach dem IV. Stadium hin geringer zu werden. Doch möchte ich das nicht als absolut sicher hinstellen, da ich nur ein erwachsenes Männchen im August fand. Der Hinterkörper des Männchens wächst naturgemäß besonders am Ende der Entwicklung stärker als am Anfang, da immer neue Ringe angelegt werden, unter gleichzeitigem Wachstum der alten. Dieser Umstand macht jedoch wenig aus für die Beurteilung des Wachstumsfortschritts des ganzen Tieres, der mit dem des Vorderkörpers also ungefähr parallel geht. Was nun die Größenserie des „Februar-*Paracalanus*“ betrifft, so sehen wir schon, daß auf jedem Stadium sich ein größerer Mittelwert ergibt, sowohl beim Männchen (nur z. T. sicher) als auch beim Weibchen. Im Gegensatz zu vorher entwickelt sich ferner der Vorderkörper des Weibchens besonders stark beim Übergang vom III. zum IV. und V. Stadium, während für die Bildung des VI. Stadiums nur noch ein kleinerer Sprung übrig bleibt. Da aber vom III. bis V. Stadium die Entwicklung des „Februar-*Paracalanus*“ mit der des

„August-*Paracalanus*" trotzdem parallel geht (s. Fig. 7), so folgt daraus, daß bei ersterem nach dem V. Stadium die Entwicklung nicht mehr gleichen Schritt hält mit der vorhergehenden und im Vergleich zu der des „August-*Paracalanus*" unverhältnismäßig zurückbleibt. Daher weisen auch die erwachsenen Weibchen keinen so großen Unterschied auf wie die jüngeren Stadien. Für die Männchen gilt bis zum V. Stadium das gleiche; für das VI. bot mein Material keinen Anhalt. Auf die Einzelheiten möchte ich nicht genauer eingehen, da eine größere Reihe von Messungen doch Änderungen hervorrufen und mehr Gewähr für die Richtigkeit bieten würde. Auch Gran (14, p. 60) hat ähnlich durch Messungen für *Calanus finmarchicus* festgestellt, daß „im Sommer die verschiedenen Entwicklungsstufen jede für sich kleiner sind als im Frühling", und zwar fällt hier das stärkere Wachstum der Individuen mit der größeren Mengenentwicklung zusammen, da nach Grans Angaben (14, p. 57) *Calanus finmarchicus* im Winter weit seltener vorkommt, als im Sommer. Ein naheliegender Zusammenhang zwischen beiden Beobachtungen scheint ihm folgender zu sein (14, p. 64): „Eine Erhöhung der Temperatur beschleunigt die Entwicklung, ergibt aber kleinere Individuen; die einzelnen Schalenabstreifungen und die Geschlechtsreife treten nämlich dann schon mit kleineren Körperdimensionen ein." Bei *Paracalanus* würden dieselben Faktoren in gleichem Sinne wirken. Es fanden sich nämlich in den beiden Fängen (1907, Station DN 15), aus denen die oben angeführten Messungen stammen, dieselben Unterschiede in der Mengenentwicklung wie bei Gran: der Augustfang, der die kleineren Individuen besaß, enthielt $^1/_{20}$ seines auf 50 ccm gebrachten Volumens (die Probe wurde mit Hensens Stempelpipette von 2,5 ccm Inhalt entnommen) 150 *Paracalanus;* der Februarfang dagegen, in dem die größeren Individuen vorkommen, enthielt in demselben Maße gar keinen *Paracalanus.*

Ebenso führt van Breemen in seinem „Plancton van Noordzee en Zuidersee" (5, p. 72) für *Temorella affinis* Poppe und *hirundoides* Nordqu. für verschiedene Monate verschiedene Größen an, doch ohne genauere Angabe der quantitativen Verbreitung.

Eingehendere Größenmessungen, als sie an dem vorliegenden Material möglich waren, scheinen mir besonders für die westliche Ostsee nötig zu sein, da sie die quantitativen Untersuchungen bei der Beurteilung der Frage wesentlich unterstützen werden, ob *Paracalanus* in der Ostsee als heimisch zu betrachten sei oder nicht. Die Entscheidung hängt von dem Nachweis ab, daß er hier fortpflanzungsfähig und entwicklungsfähig sei. Dafür ist aber eine gewisse Bevölkerungsdichte notwendig, die durch Zählungen, besonders der geschlechtsreifen Tiere, festzustellen ist, und das Vorhandensein aller Entwicklungsstufen in einer Anzahl, die nicht allzusehr von den Verhältnissen der als heimisch nachgewiesenen abweichen darf. Die Eier sind nicht genügend bekannt, um mit Sicherheit festgestellt werden zu können. Von den Nauplien hat Oberg (24, p. 93) das jüngste Stadium niemals gefunden und nimmt daher an, daß *Paracalanus* in allen Entwicklungsstadien aus der Nordsee eingeführt werde und die ältesten am widerstandsfähigsten seien, daher häufiger als die jüngeren, die eventuell eben ganz fehlen (Nauplius-Stadium I). Leider kann ich nicht genügend umfangreiche, quantitative Angaben hierüber machen, da *Paracalanus* in meinen Ostseefängen außerordentlich spärlich war. Wenigstens sind alle Copepodit-Stadien angetroffen. Vielleicht gestatten Größenmessungen (neben den quantitativen Untersuchungen) einen Rückschluß auf das Gebiet, in dem sie die Entwicklung durchgemacht haben, da die Ostseearten ja nach Nordquist durchgehends kleiner sind, als dieselben Arten der Nordsee. Messungen an Exemplaren eines beliebig herausgegriffenen Ostseefanges der Terminfahrtsstation DO 4 aus dem November hatte folgendes Ergebnis: Die III. Stadien, die am häufigsten vertreten waren (abgesehen vom I. und II., die ich nicht berücksichtige), zeigen noch eine Durchschnittsgröße von 0,54 mm, die mit den Größen des Nordsee-*Paracalanus* (0,51 [August] und 0,58 [Februar]) ganz gut zusammenpaßt, während die ♀ und ♂ des IV. Stadiums meist schon unter dem Durchschnittswert des „Februar-*Paracalanus*" bleiben und mit dem Mittelwert des kleineren „August-*Paracalanus*" etwa übereinstimmen; die ausgewachsenen Weibchen bleiben sogar weit hinter dem Minimalwert (0,85 mm) des „August-*Paracalanus*" zurück. Daraus geht zunächst hervor, daß die meisten jüngeren Stadien verhältnismäßig größer sind als die älteren. Für erstere liegt also die Möglichkeit sehr nahe, daß sie von der Nordsee eingeschleppt sind, letztere könnten sich vielleicht auch aus solchen entwickelt haben, indem der schwächere Salzgehalt das Größenwachstum behinderte; doch ist es ebensogut denkbar, daß sie aus Eiern, die in der Ostsee abgelegt wurden, entstanden sind. Auffallenderweise fanden sich in dieser Stichprobe keine jüngeren Stadien, die weit unter dem Normalmaß blieben, aber auch keine

erwachsenen Tiere, die gleiche Größe wie die Nordseetiere hatten. Beide Befunde widersprechen sich zunächst noch, der erste macht die heimische Entwicklung unwahrscheinlich, der zweite aber die Einschleppung der erwachsenen Tiere in größeren Mengen aus der Nordsee, die also, hält man doch an der Einschleppung fest, vor ihrem Eintreffen in der Ostsee bereits abgestorben sein müßten. Leider konnte ich weitere Untersuchungen, besonders aus anderen Jahreszeiten, nicht anstellen. Doch scheinen mir solche für die Beantwortung der soeben berührten Frage wesentliche Stützpunkte zu liefern, vor allem, wenn auch Material aus dem Kattegat und Skagerrak berücksichtigt wird.

Tabelle 16.

Messungen an Exemplaren von *Pseudocalanus elongatus* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede der Stadien in 1/100 mm	
	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,53 0,18 0,71		III auf IV 6 + 3	11 + 4
IV	0,59 0,21 0,80	0,64 0,22 0,86	IV auf V 16 + 9	7 + 7
V	0,75 0,30 1,05	0,71 0,29 1,00	V auf VI 40 + 9	7 + 5
VI	1,15 0,39 1,54	0,78 0,34 1,12		

Beim *Pseudocalanus*-Weibchen liegt der größte Unterschied zwischen dem V. und VI. Stadium, doch gilt dies nur vom Vorderkörper. Das Abdomen wächst vom V. zum VI. Stadium nur um dasselbe Stück wie vorher vom IV. zum V. Stadium. Wenn kräftiges Wachstum ein Zeichen für gutes Gedeihen ist, so muß dies besonders *Pseudocalanus* zugestanden werden, da er von den vier untersuchten Arten die größten Unterschiede zwischen den verschiedenen Stadien aufweist.

Das Männchen dagegen, das ähnlich wie bei *Paracalanus* vom III. zum IV. Stadium (verhältnismäßig aber nicht so stark) am meisten wächst und auf dem IV. Stadium das Weibchen noch an Größe übertrifft, bleibt von da ab an Größe hinter dem Weibchen zurück und wächst vom V. zum VI. Stadium sogar noch weniger als vom IV. zum V. Das Abdomen des Männchens ist zwar anders am Wachstum beteiligt als der Vorderkörper, indem es beim Übergang vom IV. zum V. Stadium den größten Sprung tut, ändert aber nichts Wesentliches an der Größenzunahme des ganzen Tieres, die eben hauptsächlich vom Vorderkörper abhängt.

Beim *Temora*-Weibchen (Vorderkörper) verläuft die Größenzunahme am gleichmäßigsten, indem das Intervall, vom III. zum IV. Stadium um 0,04 mm vermehrt, den Zuwachs vom IV. zum V. ausmacht und dieser wieder durch ein Plus von 0,03 mm die Differenz vom V. zum VI. ist.

Der Vorderkörper des Männchens bleibt auf dem IV. Stadium hinter dem des Weibchens zurück, ebenso auf dem VI. Stadium, während er auf dem V. größer ist als der des Weibchens. Daher ergibt sich für das Männchen die bei weitem größte Wachstumszunahme beim Übergang vom IV. zum V. Stadium. Der Hinterkörper zeigt im wesentlichen dieselbe Wachstumskurve wie der Vorderkörper, mit Ausnahme des Übergangs vom IV. zum V., zum VI. Stadium des Männchens, wo sowohl die Abdominalglieder als auch besonders die Furka so sehr im Wachstum überwiegen, daß das Männchen, als Ganzes gemessen, das Weibchen auf dem V. und VI. Stadium etwas an Größe übertrifft.

Tabelle 17.

Messungen an Exemplaren von *Temora longicornis* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede der Stadien in 1/100 mm	
	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,52 0,13 \ Ab- 0,10 / domen [1] 0,75		III auf IV 12 + 11	8 + 9
IV	0,64 0,20 \ 0,14 / 0,98	0,60 0,18 \ 0,14 / 0,92	IV auf V 16 + 11	22 + 17
V	0,80 0,26 \ 0,19 / 1,25	0,82 0,28 \ 0,21 / 1,31	V auf VI 19 + 10	11 + 14
VI	0,98 0,31 \ 0,25 / 1,54	0,93 0,34 \ 0,29 / 1,56		

[1]) Abdomen = Ringe + Furka.

Tabelle 18.

Messungen an Exemplaren von *Acartia Clausi* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Der Größenunterschied der Stadien in 1/100 mm	
	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,59 0,14 0,73		III auf IV 16 + 7	14 + 7
IV	0,75 0,21 0,96	0,73 0,21 0,94	IV auf V 11 + 6	9 + 5
V	0,86 0,27 1,13	0,82 0,26 1,08	V auf VI 23 + 7	15 + 5
VI	1,09 0,34 1,43	0,97 0,31 1,28		

Beim *Acartia*-Weibchen findet sich wiederum der größte Sprung vom V. zum VI. Stadium, der kleinste vom IV. zum V., so daß also das V. Stadium dem IV. näher steht als dem VI., ein Umstand, der dafür spricht, daß das vorher beschriebene V. Stadium trotz seiner morphologischen Ähnlichkeit mit dem VI. sehr wohl als selbständiges aufgefaßt werden kann, obgleich ich nicht direkt nachzuweisen vermag,

daß eine Häutung zwischen den genannten Stadien vor sich geht. Die Größenentwicklung des Abdomens ändert nichts Wesentliches an den Wachstumsverhältnissen beim Weibchen.

Der Vorderkörper des Männchens verändert sich relativ in ungefähr gleichem Maße wie beim Weibchen, doch bleibt er, absolut genommen, vom IV. Stadium an hinter dem des Weibchens zurück, besonders beim Übergang vom V. zum VI. Stadium. In gleicher Weise werden auch die Längenunterschiede des männlichen Abdomens gegen die des weiblichen von Stadium zu Stadium größer zu gunsten des Weibchens, so daß also vom IV. Stadium an das Männchen kleiner ist als das Weibchen.

b) Die quantitative Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstufen.

Über die Verteilung der verschiedenen Stadien von *Paracalanus* läßt sich kein klares Bild gewinnen, da dieser Copepode in meinen Fängen (April 1906) nur sehr spärlich vertreten war. Im Kattegat (Stat. 13 und 14) herrschten die Stadien IV und V vor, darunter meist die Weibchen, während die jüngeren Stadien und die erwachsenen Tiere verhältnismäßig wenig zu finden waren. In der Deutschen Bucht (Stat. 37), wo *Paracalanus* etwas reichlicher vorkam, überwogen die Stadien I bis III um ein geringes. An den andern Stationen waren auch geschlechtsreife Weibchen und z. T. Männchen in einigen Exemplaren vertreten.

Berechnet man die Zählresultate der III. bis VI. Stadien desselben Fanges in %, so ergibt sich für *Pseudocalanus* an Station 14 folgendes:

In 1 cbm Wasser befanden sich von

Stadium	in 75—30 m	30—10 m	10—5 m	5—0 m Tiefe
III	10,0 %	25,5 %	43,8 %	53,3 %
♀ IV—V	6,4 %	16,6 %	15,3 %	18,1 %
♂ IV—V	6,4 %	11,8 %	31,4 %	20,9 %
♀ VI	59,1 %	37,2 %	5,1 %	3,1 %
♂ VI	18,1 %	8,8 %	4,4 %	4,6 %
	100,0	99,9	100,0	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Es zeigt sich deutlich, daß das III. Stadium von Schicht zu Schicht, vom Boden nach der Oberfläche gerechnet, in immer größer werdender Menge vorhanden ist.

Auch die Stadien I und II, die für *Pseudocalanus* mit denen von *Acartia, Centropages* und *Paracalanus* zusammengezählt sind, nehmen nach der Oberfläche hin bedeutend an Zahl zu[1]). Die Beurteilung der Menge der jüngsten *Pseudocalanus*-Stadien wird dadurch aber nicht wesentlich geändert, daß sie nicht von den andern gesondert gezählt sind, denn es handelt sich meist nur um *Pseudocalanus*. Höchstens könnte in der 5—0 m-Schicht, nach den III. bis VI. Stadien zu urteilen, etwa 1/3 der Copepoditen I und II auf *Acartia, Centropages* und *Paracalanus* kommen, so daß dann allerdings an *Pseudocalanus* in der obersten Schicht relativ vielleicht etwas weniger vorhanden sein könnte.

Die Stadien IV—V sind nach oben zu ebenfalls stärker vertreten, wobei für die Männchen das Maximum bereits in der 10—5 m-Schicht liegt.

Die erwachsenen Tiere dagegen sind unten verhältnismäßig häufiger, und zwar nimmt bei den Weibchen der Prozentsatz in den obersten 10 m besonders stark ab. Den absoluten Zahlen nach verteilen sich die geschlechtsreifen Weibchen mehr auf die mittlere Schicht von 30—5 m, ebenfalls die Männchen,

[1]) Da zunächst die sichere Unterscheidung der jüngsten Stadien von *Pseudocalanus, Paracalanus, Centropages* und *Acartia* während des Zählens mir Schwierigkeiten machte, habe ich die Trennung der Arten nicht durchgeführt, zumal die drei letztgenannten Arten vom III. Stadium ab verhältnismäßig wenig vertreten waren, also auch ihre jüngsten Stadien im Verhältnis zu denen von *Pseudocalanus* meist keine große Bedeutung gewinnen.

diese jedoch mit einem kleinen Übergewicht nach den obersten Wasserschichten zu. Der hohe Prozentsatz an erwachsenen Tieren in den untersten Schichten von 75—30 m ist daher nicht so sehr dadurch bedingt, daß hier für die Fortpflanzung besonders günstige Bedingungen seien, als vielmehr dadurch, daß die jüngeren und jüngsten Stadien so wenig in den tieferen Schichten vertreten sind, daß sie an Zahl nur einen kleinen Bruchteil der Erwachsenen erreichen.

Stadium	13—5 m	5—0 m
III	15,8 %	21,8 %
♀ IV—V	21,1 %	25,4 %
♂ IV—V	21,1 %	25,6 %
♀ VI	29,0 %	20,3 %
♂ VI	13,1 %	6,8 %
	100,1	99,9

(Berechnet aus Tabelle C.)

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich für *Pseudocalanus* an Station 15, wie die nebenstehende Tabelle zeigt, doch sind die Schwankungen nicht so bedeutend. Gleichzeitig ist die Bodentiefe hier aber nur 13 m, so daß wir im Vergleich zu Station 14 in gewissem Sinne überhaupt nur eine Oberflächenschicht vor uns haben. Die physikalischen Verhältnisse, auf die ich später im Zusammenhang mit der Verbreiterung der Copepoden noch eingehend zu sprechen komme, sind hier auch viel gleichmäßiger.

Soweit die Untersuchungen sich auf das Kattegat erstrecken, tritt im allgemeinen immer ungefähr dieselbe Verteilung der Stadien hervor:

Station 13.

Stadium	49—30 m	30—15 m	15—5 m	5—0 m
III	0,0 %	0,0 %	0,0 %	75,2 %
♀ IV—V	53,2 %	41,7 %	77,6 %	
♂ IV—V	5,1 %	14,1 %		17,9 %
♀ VI	31,6 %	33,3 %	17,2 %	4,9 %
♂ VI	10,1 %	10,9 %	5,2 %	2,0 %
	100,0	100,0	100,0	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Wenn wir z. B. noch die vorstehende prozentische Berechnung von Station 13 betrachten, die zur Tiefe von 30 m auch in bezug auf Salzgehalt und Temperatur mit 14 übereinstimmt, so finden wir z. T. zwar Abweichungen in der Verteilung der Stadien von der bei Station 14, doch bleibt sie in den Grundzügen dieselbe. Auffallend ist das übereinstimmende starke Überwiegen der mittleren Stadien der Männchen (IV—V) in der 15—5 m- (Stat. 13) bezw. 10—5 m-Schicht (Stat. 14) den gleichen Stadien der Weibchen gegenüber. Bei einem Vergleich mit den andern Stadien wäre zu berücksichtigen, daß unter IV—V zwei Stadien vereinigt sind.

Station 15.

Stadium	24—5 m	5—0 m
III	24,8 %	22,5 %
♀ IV—V	22,2 %	25,0 %
♂ IV—V	20,9 %	37,5 %
♀ VI	22,2 %	12,5 %
♂ VI	9,8 %	2,5 %
	99,9	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Die in der Deutschen Bucht gelegene Station 37, die ebenso wie 15 eine Wassersäule von gleichem Salzgehalt von unten bis oben aufweist, zeigt auch nur geringe Schwankungen in der prozentischen Zusammensetzung der Stadien wie vorher Station 37.

Im übrigen gilt auch hier das vorher von Fall zu Fall Konstatierte. Abweichend tritt das III. Stadium in der 5—0 m-Schicht etwas zurück, während allerdings die jüngsten Stadien (I und II) reichlich doppelt so zahlreich in den oberen Schichten vorhanden sind wie in den unteren.

Als Folgerung allgemeiner Natur ergibt sich also, daß die jüngeren Stadien von *Pseudocalanus* die oberen Wasserschichten bevorzugen und die älteren etwa in einer Tiefe von 20—5 m am häufigsten anzutreffen sind. Ob die Beobachtung, daß die physikalische Gleichmäßigkeit der Wassersäule mit gleichmäßigerer prozentischer

Verteilung der Stadien parallel geht, einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden anzeigt, muß noch unentschieden bleiben. Unzweifelhaft sind aber außerdem noch manche Einflüsse vorhanden, deren Wirkung sich im einzelnen nicht aus den vorliegenden Untersuchungen erkennen läßt.

Leider geben die Zählungen für *Temora* und *Oithona* kein so klares Bild. Ersterer Copepode kommt z. T. nur ganz vereinzelt in den Fängen vor, so daß wegen zu großer Lücken ein Zusammenhang zwischen den Stadien nicht zu erkennen ist. Die größte Anzahl geschlechtsreifer Männchen und Weibchen fand sich im Kattegat an Stat. 12 in der obersten (5—0 m-) Schicht. Ebenso überwogen diese, wenn auch nicht in so starkem Maße an Station 13 und 32 unter gleichzeitiger Zunahme der jüngeren Stadien. An den übrigen Stationen scheinen überhaupt die tieferen Schichten bevorzugt zu werden. Naturgemäß waren die jüngeren Stadien meist am zahlreichsten vertreten.

Für *Oithona similis,* die in fast allen Fängen recht zahlreich war, bot sich in der Unterscheidung der Stadien die Schwierigkeit, daß besonders die älteren männlichen und weiblichen Stadien nicht immer gut bei der Zählung auseinander zu halten waren, da die einzelnen Abdominalsegmente bei schwächerer Vergrößerung nicht deutlich genug zu erkennen sind. Im allgemeinen scheint trotz dieser Unsicherheit in den Einzelheiten aus den Zählungen hervorzugehen, daß die jüngsten Stadien in den mittleren Schichten in größerer Menge vorhanden sind, während die geschlechtsreifen Tiere, besonders die eiertragenden Weibchen, in den oberen Schichten zahlreich sind, soweit nicht *Oithona,* z. B. in der östlichen Ostsee, überhaupt von der Oberfläche verschwunden ist.

Abweichend verhalten sich auch *Acartia bifilosa* und *longiremis,* die in der 5—0 m-Schicht ebenfalls in den älteren Stadien und als geschlechtsreife Tiere sehr häufig sind und naturgemäß sein müssen, da im tieferen Wasser von etwa 5 m ab die Zahl dieser beiden *Acartia*-Arten bedeutend abnimmt, soweit die Beltsee, das Kattegat und die Nordsee in Betracht kommen. Dagegen zeigt *Acartia Clausi* in dem ihr besonders eigenen Gebiet (Stat. 37) wieder das für *Pseudocalanus* konstatierte Verhalten.

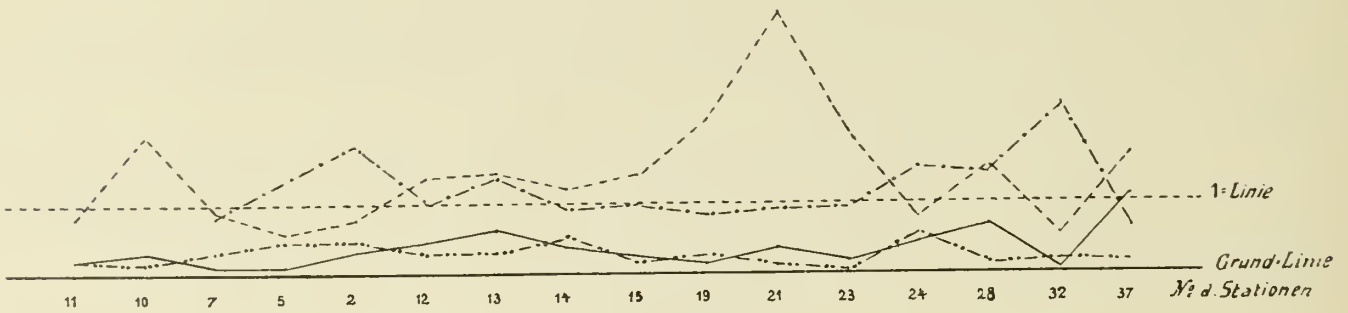
Bisher wurden nur die Copepodit-Stadien berücksichtigt; es fehlt also zum Verständnis des ganzen Lebensganges der Copepoden noch die Beobachtung der Eier und Nauplien und die Feststellung der Beziehungen zwischen allen Entwicklungsstufen.

Nach Hensens Vorgang sind im folgenden die Verhältnisse der Nauplien und Copepoden zu den Eiern und der Copepoden zu Nauplien berechnet, Quotienten, die, wie aus Hensens Darstellungen hervorgeht, manchen Einblick in die Biologie der Copepoden gestatten. Außerdem konnte ich noch auf Grund speziellerer Untersuchungen, als sie Hensen vorlagen, die Verhältnisse der älteren Copepodit-Stadien IV—VI zu den jüngeren I—III hinzufügen. Die Zahlen beziehen sich auf 1 qm Oberfläche.

Tabelle 19.
(Zusammengestellt aus Tabelle A und C.)

Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15
Tiefe in m	106	93	43	21	31	28	49	75	13
Copepoden-Eier	200 000	160 000	320 000	460 000	470 000	280 000	320 000	480 000	150 000
Copepoden-Nauplien	140 000	300 000	280 000	250 000	350 000	380 000	440 000	590 000	220 000
Copepoden	39 000	49 000	43 000	61 000	150 000	130 000	200 000	170 000	34 000
Quotient: $\frac{\text{Nauplien}}{\text{Eier}}$	0,7	1,9	0,87	0,54	0,74	1,35	1,4	1,2	1,4
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Nauplien}}$	0,28	0,16	0,15	0,24	0,43	0,34	0,45	0,29	0,15
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Eier}}$	0,20	0,31	0,13	0,13	0,32	0,46	0,63	0,35	0,23
Quotient: $\frac{\text{Copepodit-Stad. IV—VI}}{\text{Copepodit-Stad. I—III}}$	18,5	7,7	0,82	1,3	1,8	1,03	1,36	0,92	1,0
Copepodit-Stadium IV—VI	37 000	43 000	20 000	35 000	94 000	64 000	114 000	83 000	17 000
Copepodit-Stadium I—III	2 000	5 600	24 000	27 000	52 000	62 000	84 000	90 000	17 000

Station	19	21	23	24	28	32	37
Tiefe in m	191	87	107	109	238	42	24
Copepoden-Eier	250 000	130 000	39 000	670 000	120 000	200 000	160 000
Copepoden-Nauplien	550 000	460 000	78 000	470 000	180 000	110 000	270 000
Copepoden	43 000	48 000	7 000	250 000	85 000	17 000	180 000
Quotient: $\frac{\text{Nauplien}}{\text{Eier}}$	2,2	3,7	2,0	0,8	1,5	0,56	1,7
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Nauplien}}$	0,078	0,10	0,09	0,53	0,47	0,15	0,67
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Eier}}$	0,17	0,37	0,18	0,44	0,71	0,085	1,1
Quotient: $\frac{\text{Copepodit-Stad. IV—VI}}{\text{Copepodit-Stad. I—III}}$	0,72	0,78	0,97	1,5	1,46	2,4	0,67
Copepodit-Stadium IV—VI	18 000	21 000	3 600	150 000	51 000	12 000	74 000
Copepodit-Stadium I—III	25 000	27 000	3 700	100 000	35 000	5 000	110 000



——— = Quotient Copepoden: Eier; 1 mm vertikal = 0,1 Copepode auf 1 Ei.
– – – – = „ Nauplien: Eier; 1 „ „ = 0,1 Nauplius „ 1 „
–·–·– = „ Cop.-Stadium IV—VI: Cop.-Stadium I—III; 1 mm vertikal = 0,1 Cop.-Stad. IV—VI auf 1 Cop.-Stad. I—III.
–··–··– = Absolute Eizahl; 1 mm vertikal = 100 000 Eier unter 1 qm Oberfläche.

Fig. 8. Graphische Darstellung der Angaben in Tabelle 19.

Copepoden-Eier waren im allgemeinen recht häufig vorhanden, wenn man diese relative Bezeichnung zu den bisherigen Zählungen in Beziehung setzt. Gleichzeitig werden wir auch dabei sehen, daß unter Berücksichtigung von Befunden aus verschiedenen Jahreszeiten die vorliegenden Eizahlen, die im März-April gewonnen wurden, sich mehr den sonst im Mai konstatierten Verhältnissen nähern als den im Februar beobachteten. So wissen wir nach Drivers Zähltabellen (9), daß in der Ostsee z. B. an Station D O 2 (1905) einer Zahl von 30000 Eiern unter 1 qm im Februar eine solche von 450000 im Mai gegenübersteht. Nach Apstein sind im Mai 1903 an derselben Station sogar 1 300000 gefunden, während für den Februar gar keine aufgezeichnet sind. (Vielleicht wurden sie aus bestimmten Gründen nicht gezählt.) Aber unter *Xanthidium hystrix,* das später von Lohmann als *Centropages*-Ei erkannt wurde, ergaben sich nach Apstein für Februar 8000 Eier, für Mai 450000 Eier unter 1 qm an Station D O 2. Auch nach Hensens Zählungen (16, p. 45) steigern sich die Zahlen für die Copepoden-Eier von Februar über März nach Mai

von 98900 bis 264400 bis 269500. Für die Nordsee liegen keine Vergleichszählungen in Apsteins Tabellen vor, abgesehen von Zahlen für *Oiothona*-Eier und *Xanthidium hystrix (Centropages*-Eier). Hensen (16) hat zwar die Eier gezählt, befürchtete aber besonders in den Fängen der Nordsee und des Ozeans eine Beimischung von Eiern und z. T. eiähnlichen Ruhezuständen anderer Organismen, die sich bis jetzt nicht sicher von Copepoden-Eiern unterscheiden lassen. Im allgemeinen wird man nicht fehlgehen, wenn man die dunklen, kugeligen Eier mit mehr oder weniger abstehender Membran[1]) oder schwachhöckeriger Schale (bis zu einer Größe von 0,17 mm, die nach Grobben [15] die Eier von *Calanus finmarchicus* haben) mit den Copepoden in Zusammenhang bringt. Hierfür spricht auch die Ähnlichkeit dieser isoliert anzutreffenden Eier mit den zu Ballen zusammenklebenden, zuweilen noch dem Copepoden-Weibchen an der Genitalöffnung anhaftenden Eiern. Solche Ballen fanden sich an *Pseudocalanus, Temora* und besonders *Eurytemora* (nach Giesbrecht [10] nie bei *Acartia* und *Centropages).* Doch kommen diese Fälle im Vergleich zu *Oithona* nur selten vor, so daß wahrscheinlich an den erstgenannten Copepoden die Eiballen nicht sehr fest und lange anhaften und nach der Lostrennung auch bald in die einzelnen Eier zerfallen. Daß dies erst während des Netzfanges oder infolge der Konservierung geschieht, ist im Hinblick auf die Verhältnisse bei *Oithona* nicht gut anzunehmen. Im März-April fand ich diese Ballen (mit großen Eiern) nur im Kattegat; solche mit kleinen Eiern hafteten den Harzakticiden und Cyklopiden an (Station 13 und 14), wurden aber isoliert nicht gefunden. Unter den Eiern an den Stationen der südöstlichen Nordsee kamen vereinzelt Eier mit breiter, stark mit Fremdkörpern besetzter Gallerthülle vor, die vielleicht nicht von Copepoden stammen. Ich habe sie leider nicht getrennt von den Copepoden-Eiern gezählt, doch lieferten sie keinen wesentlichen Beitrag zu der Eizahl. Durch ihr massenhaftes Auftreten aber an den dicht vor der Elbmündung gelegenen Stationen A, B, C wurde ich bei einer späteren Bearbeitung von Planktonmaterial aus dieser Gegend erst auf sie mehr aufmerksam und habe sie (18) als „Ei mit Gallerthülle" besonders aufgeführt, weil sie so sehr vom Typus der Copepoden-Eier abweichen und auch nicht ähnliche Gebilde an Copepoden haftend gefunden wurden. Es könnten wegen der Kleinheit der Eier höchstens Küstenharzakticiden als Muttertiere in Betracht kommen. Unmöglich ist ja nicht, daß sie nach der Trennung vom Copepoden eine andere Gestalt annehmen, wie z. B. die *Centropages*-Eier. Doch müßte dafür erst der Nachweis erbracht werden. Vorläufig scheinen sie mir als Copepoden-Eier ausscheiden zu müssen.

Nach den vorliegenden Fängen zeigt sich eine Abnahme der Eier in der Ostsee von Station 2 (470000) in östlicher Richtung bis Station 11 (200000), wie sie auch sonst zu anderen Jahreszeiten meist beobachtet wurde. In der Mitte des Kattegats (Station 14) haben wir ungefähr dieselbe Anzahl wie an Station 2 der westlichen Ostsee, während am Ausgang des Sundes (Station 12) und Kattegats (Station 15) bedeutend weniger vorhanden sind. Das Kattegat und die Nordsee zeigen sonst im allgemeinen keinen auffallenden Unterschied von den Zahlen der westlichen Ostsee, bis auf Station 23, wo mit 39000 unter 1 qm überhaupt die wenigsten gefunden wurden. Station 24 weist mit 570000 die absolut höchste Eierzahl auf. Der Unterschied zwischen diesen verhältnismäßig nahe beieinander liegenden Stationen tritt also auch in dieser Beziehung stark hervor, wie wir schon vorher bei Besprechung der allgemeinen Verhältnisse gesehen haben und auch später bei der Faunistik noch finden werden.

Auch die Nauplien sind meist in einigen 100000 vorhanden. In ihrem Verhältnis zu den Eiern zeigen sich Schwankungen von 0,54 bis 3,7 Nauplien auf 1 Ei, und zwar finden wir die höchsten Quotienten bei verhältnismäßig geringer absoluter Eizahl; z. B. an Station **10** ist der Quotient 1,9 bei 160000 Eiern, an Station **21** 3,7 bei 13000, ähnlich auch an Station **28** und **37**. Diese Abhängigkeit scheint anzudeuten, daß besonders viele Nauplien ausgeschlüpft und in der Entwicklung begriffen sind, ohne daß eine Zufuhr neuer Eier in nennenswerter Masse erfolgte. Ebenso ist an Station **19** dieser Quotient recht hoch (2,2), obgleich die Eizahl schon 250000 beträgt, nähert sich also noch ziemlich den soeben hervorgehobenen Verhältnissen. Dem Quotienten (2,0) nach gehört ferner noch Station **23** hierher, doch sind die absoluten Zahlen für beide Faktoren bedeutend kleiner.

Die Quotienten der andern Stationen halten sich alle unter 1,5. Bemerkenswert sind darunter diejenigen, wo der Quotient unter 1,0 heruntergeht, also mehr Eier als Nauplien vorhanden sind. Dies

[1]) Einige Copepoden-Eier besitzen nach Grobben (15) eine äußere Schicht durchsichtigen Dotters.

ist an den Stationen 2, 5, 7, 11, 24 und 32 der Fall, und zwar hängt der Quotient von verhältnismäßig hoher Eizahl ab; an und für sich könnte er auch dadurch bedingt sein, daß die Nauplien im Verhältnis zu den andern Stationen weniger wären. Auf den ersten Blick scheint dies an Station 32 der Fall zu sein, doch sehen wir, daß hier die Zahlen für alle Entwicklungsstufen verhältnismäßig gering sind.

Der Quotient Nauplien : Eier läßt also, auf die absolute Eizahl bezogen, eine Abhängigkeit von der Art erkennen, daß, je mehr Eier vorhanden sind, um so weniger Nauplien und umgekehrt. Natürlich tritt dies nicht immer so deutlich hervor, wie an den Stationen 12, 13, 14, 15, wo der Quotient sich zwischen 1 und 1,5 bewegt.

Im Zusammenhang mit den andern Entwicklungsstufen komme ich noch näher auf die Bedeutung dieser Verhältnisse zu sprechen.

Die Eier weisen in der 5—0 m-Schicht meist höhere Zahlen auf als in den tieferen, wie auch nach den bisherigen Untersuchungen zu erwarten war, abgesehen von den Stationen, wo die oben und unten stark verschiedenen physikalischen Verhältnisse auch auf die erwachsenen Copepoden ihren Einfluß dahin geltend machten, daß die unteren Schichten bevorzugt wurden; so z. B. in der Ostsee an Station 5 und 7, wo *Pseudocalanus* und *Oithona* unten häufiger sind als oben. In der östlichen Ostsee dagegen (Station 10, 11) sind die Eier an der Oberfläche wieder häufiger. Die *Centropages*-Eier sind auch an Station 5 oben häufiger, entsprechend der Verteilung von *Centropages*. Im Kattegat bildet die Station 12 solche Ausnahme wie an Station 5 und 7, indem gleichzeitig *Pseudocalanus* in dem Fang von 21—5 m häufiger ist als in dem von 5—0 m.

Die Nauplien sind dagegen in der 5—0 m-Schicht ausnahmslos bedeutend häufiger als in den darauffolgenden unteren Schichten. Vielleicht geht man nicht in der Annahme fehl, daß die Nauplien, die aus den in den mittleren Schichten (10—30 m) abgelegten Eiern ausschlüpfen, allmählich sich der Oberfläche nähern, um dort ihre erste Entwicklung durchzumachen. Nehmen wir an, ein Nauplius würde nur seine eigene Länge (etwa 0,5 mm) in einer Sekunde zurücklegen (in Wirklichkeit wird es mehr sein) und in einem Winkel von nur 15° allmählich ansteigen, dabei etwa 12 Tagstunden die Richtung dem Lichte zu nehmen, so könnte er eine vertikale Strecke von 30 m in 5 Tagen sich erheben. Ich führe diese schätzungsweise Berechnung an, um der Möglichkeit der Annahme einige Wahrscheinlichkeit zu geben, obgleich ich mir wohl bewußt bin, nicht mit Daten zu rechnen, die sich aus Beobachtungen als sicher herausgestellt haben, weshalb ich auch die Bedingungen für die Geschwindigkeit der Wanderung möglichst ungünstig gewählt habe. Vielleicht vollzieht sich dieser Vorgang schneller. In gleichem Sinne, wie die Zählungen mir anzudeuten scheinen, äußert sich Giesbrecht im biologischen Teil seiner Copepoden-Fauna des Golfes von Neapel (11, p. 808) folgendermaßen: „Die pelagischen Copepoden lassen zum größten Teile ihre Eier fallen; diese haben, soweit ich beobachtete, ein größeres spezifisches Gewicht als das Wasser und sinken daher unter; während des Sinkens machen sie ihre Embryogenese durch; sobald der Nauplius aber ausschlüpft, macht er Kehrt und beginnt wieder aufwärts zu steigen: ich habe bisher noch keinen Copepodit-Nauplius gesehen, der im Glase nicht die hellbelichteten Teile des Wassers aufgesucht hätte; auch die Nauplien von Spezies tun es, deren erwachsene Tiere keine sonderliche Liebe zum Licht verraten. Der Nauplius kann seiner Neigung, aufwärts zur Lichtquelle zu steigen, sich unbeirrt hingeben, da er von der Mutter her zunächst noch mit Nährmaterial versehen ist und also nicht auf Nahrungsjagd zu gehen braucht. Diese ontogenetische Vertikalwanderung wird von allen Copepodenspezies, die keine Eiersäcke bilden, ausgeführt". Vielleicht könnten Zählungen von Schließnetzfängen hierüber Aufschluß oder einen Anhalt geben, die unter Berücksichtigung der Altersstufen und der Artzugehörigkeit der Nauplien gemacht sind.

Ein Umstand macht jedoch die Schlußfolgerungen aus den oben angeführten Quotienten unsicher, indem nämlich die Eier und Nauplien aller Arten zusammen in Betracht gezogen sind. Dies verwischt besonders dann die wirklichen Verhältnisse, wenn nicht alle Arten ungefähr gleichmäßig beteiligt sind oder wenigstens die größten Zahlen sowohl der Eier wie Nauplien denselben Arten angehören. Leider war es mir nicht möglich, wie schon oben erwähnt, meine Untersuchungen in dem hierfür erforderlichen Maße zu spezialisieren. Einige Beispiele aus der Ostsee, in denen dies geschehen ist, mögen folgen:

Tabelle 20.

	Acartia	*Pseudo-calanus*	*Temora*	*Centro-pages*	*Oithona*	Station
Nauplien	200 000	28 000	22 500	26 800	—	7
Eier	292 000			30 400	—	
Nauplien	74 000	38 400	2 400	einige	179 200	10
Eier	122 400			7 200	32 800	
Nauplien	116 400	1 600	16 000	3 200	—	11
Eier	190 800			einige	—	
Quotient: Nauplien / Eier	0,86			0,88	—	7
	0,94			?	5,4	10
	0,7			?	—	11

An Station 10 ergibt sich als Quotient für *Oithona* 5,4 für die übrigen 0,94. Der in der allgemeinen Tabelle 19 stehende Quotient 1,94 ist also einerseits (für *Acartia, Pseudocalanus* und *Temora)* zu groß, andrerseits (für *Oithona)* viel zu klein. Auch für die drei erstgenannten Copepoden dürfte der Quotient 0,94 nicht genau genug der Wirklichkeit entsprechen, da deren Nauplien sich verhalten wie 30,8 : 16,7, also bedeutende Unterschiede aufweisen, so daß die zugehörigen Eier, die sich noch nicht unterscheiden lassen, wohl kaum im richtigen Verhältnis zur Bildung dieses Quotienten beigetragen haben. An Station 7 kommen auf 1 *Centropages*-Ei 0,88 *Centropages*-Nauplien. Dieser Quotient stimmt mit dem allgemeinen (0,87) ganz gut überein. Für die übrigen drei Copepoden *(Oithona* kam nicht vor) ergibt sich als Quotient Nauplien: Eier 0,86. Die zu *Acartia, Pseudocalanus, Centropages* und *Temora* gehörenden Nauplien verhalten sich der Reihe nach wie 8 : 1,2 : **1,2** : 1; da der Quotient 0,86 ungefähr auch wieder derselbe ist und die Nauplien der einzelnen Arten (mit Ausnahme der von *Acartia)* von der Anzahl der *Centropages*-Nauplien nicht bedeutend abweichen, so kann man wohl schließen, daß die Eier von *Acartia, Pseudocalanus* und *Temora,* deren Gesamtzahl wir nun kennen, etwa in gleichem Verhältnis zueinander stehen wie die Nauplien. Ein Vergleich von Station 7 und 10 zeigt also, daß für *Acartia, Pseudocalanus, Temora* und *Centropages* zusammengenommen die Quotienten 0,86 bezw. 0,94 nicht sehr voneinander abweichen. Auch der für dieselben Arten gebildete Quotient (0,7) an Station 11 zeigt ungefähr das gleiche Verhältnis von Nauplien und Eiern, wie an den beiden anderen Stationen. Wieweit im Kattegat und in der Nordsee die eventuell verschiedene Beteiligung der Arten von Einfluß auf den Quotienten ist, kann ich nicht beurteilen. Denselben Schwierigkeiten begegnen wir natürlich auch bei der Beurteilung der im folgenden noch zu besprechenden Verhältnisse zwischen den andren Entwicklungsstufen. So finden wir in der Ostsee: (s. Tabelle 21.)

Daß also auch hier wieder die Quotienten für die zur selben Art gehörenden Entwicklungsstufen nach beiden Seiten von den in Tabelle 19 aufgeführten abweichen, hat seinen Grund ebenfalls in den schon für den Quotient Nauplien:Eier erörterten Verhältnissen. Für *Pseudocalanus* sehen wir den Quotienten von Station 7—11 bedeutend wachsen, gleichzeitig nehmen die Nauplien stark ab, die ausgebildeten Copepoden zu. Ist die Annahme richtig, daß ein starker Nachwuchs auf günstige Fortpflanzungsverhältnisse hinweist, so müßte das Ansteigen dieses Quotienten die Ungunst anzeigen. Dasselbe müßte dann für *Temora* und *Centropages* gelten, wenn auch nicht in dem Maße wie für *Pseudocalanus,* während der abnehmende Quotient für *Acartia* auf günstigere Lebensbedingungen schließen läßt; trotzdem finden wir, daß für *Acartia* die absoluten Zahlen der Nauplien und Copepoden von Station 7 nach 11 hin abnehmen.

Dieser Widerspruch führt zu der Überlegung, daß auch andere Umstände als die Gunst oder Ungunst der Lebensbedingungen in diesem Quotienten sich widerspiegeln. Es müßte nämlich durch einen Vergleich mit Fängen aus andern Zeiten festgestellt werden, ob überhaupt eine Periode stärkerer Fortpflanzung gerade vorliegt oder nicht, ehe auf Grund dieses Quotienten sich erkennen läßt, ob die betreffende Art mehr oder weniger heimisch in dem fraglichen Gebiet ist. Einerseits könnte das Ansteigen des Quotienten Copepoden : Nauplien darauf hinweisen, daß gerade ein Zeitpunkt getroffen ist, in dem vorwiegend eine neue Generation heranwächst, andererseits, daß, wenn dies nach anderen Beobachtungen nicht der Fall sein kann, die betreffenden Copepoden aus anderen Gebieten durch Strömungen eingeführt sind, wobei die jüngeren Stadien (Nauplien und Copepoditstadien I—III) den neuen, ungünstigeren Verhältnissen in stärkerem Maße erlegen sind, als die älteren.

Tabelle 21.

	Acartia	*Pseudo-calanus*	*Temora*	*Centro-pages*	*Oithona*	Station
Nauplien	200 000	28 000	22 500	26 800	—	7
Copepodit-Stad. I—VI . .	34 400	4 800	400	4 000	—	
Nauplien	74 000	38 400	24 000	einige	179 200	10
Copepodit-Stad. I—VI . .	3 200	5 000	160	1 040	41 000	
Nauplien	116 400	1 600	16 000	3 200	—	11
Copepodit-Stad. I—VI . .	6 700	17 600	9 600	4 800	—	
Quotient: Copepodit-Stad. I—VI / Nauplien	0,17	0,17	0,018	0,15	—	7
	0,04	0,13	0,067	?	0,23	10
	0,06	11,0	0,6	1,5	—	11

Immerhin ist bemerkenswert, daß der Quotient Copepoden (ohne Unterschied der Arten): Nauplien (s. Tabelle 19) in den meisten Fällen dem von Hensen im Mai gefundenen (0,358, gegenüber 1,96 im November) außerordentlich nahe kommt; wiederum ein Hinweis darauf, daß in großen Zügen sich von Jahr zu Jahr derselbe Lebenslauf ungefähr wiederholen muß. Die Quotienten 0,078, 0,09 und 0,1 an den Stationen 19, 23, 21 sind noch als außergewöhnlich niedrig hervorzuheben.

Der Quotient Copepoden : Eier erreicht nur zweimal die Höhe, wie sie Hensen für den März feststellen konnte (0,92), und zwar an Station 28 (0,71) und an Station 37 (1,1). An den übrigen blieb er weit darunter. Dies ist besonders auf die verhältnismäßig geringe Anzahl von ausgebildeten Copepoden zurückzuführen, während an Eiern im Vergleich zu Hensens Zahlen nicht soviel weniger vorhanden sind wie an Copepoden. Dazu kommt noch, daß die oben besprochene Unsicherheit in der Bestimmung der Eier ebenfalls die Unterschiede in den Zahlen mit beeinflußt haben kann.

Eine Deutung dieser Quotienten wäre ferner eher möglich, wenn sich hätte feststellen lassen, in welchem Verhältnis die geschlechtsreifen Weibchen und die derselben Art angehörenden Eier zueinander ständen. Für *Centropages* z. B., dessen Eier und ausgewachsene Weibchen sicher erkennbar sind, kommen an Station 12 (28—21 m) auf 1 Ei 0,014 Weibchen[1]); in den anderen Schichten derselben Station kamen zwar Eier in noch größeren Mengen vor, aber geschlechtsreife Weibchen wurden nicht gefangen. An Station 14 beträgt dieser Quotient in der 10—5 m-Schicht 0,025, ebensoviel an Station 13 in 15—5 m und 0,08 in der 5—0 m-Schicht. Danach würden im ersten Fall 71 Eier, in den beiden anderen Fällen je 40 Eier und im letzten 12,5 Eier auf 1 Weibchen entfallen. Hensen (16) rechnet nach Analogie der Eiersäckchen

[1] Berechnet aus Tabelle B und C.

tragenden *Oithona* im allgemeinen etwa 13,4 Eier auf 1 Muttertier. Grobben (15) hat an einem isoliert beobachteten Copepoden konstatiert, daß 22 Eier nacheinander abgelegt wurden. Es müßten also in dem ersten Fall etwa 3—6 Eiablagen in so kurzer Zeit erfolgt sein, daß aus den meisten die Nauplien noch nicht ausgeschlüpft sind. Andrerseits wäre es auch denkbar, daß die meisten Weibchen nach einmaliger Eiablage zugrunde gegangen sind. Über diese Fragen sind jedoch bis jetzt keine Aufschlüsse zu gewinnen. Daß bei anderen Arten dieser Quotient nicht wesentlich anders ausfallen würde, wenn wir die nötigen Grundlagen zur Berechnung hätten, scheint mir daraus hervorzugehen, daß der Quotient sämtliche Copepodit-Stadien : Eiern im Durchschnitt nur 0,36 ergibt, im Minimum sogar nur 0,085 (Station 32).

Für *Oithona* waren nicht immer die geschlechtsreifen Weibchen mit genügender Sicherheit zu erkennen, während die Eier sich genau genug zählen ließen. Bei den anderen Arten hingegen konnte nicht die Artzugehörigkeit der Eier festgestellt werden.

Einen gewissen Einblick in die vorliegenden Verhältnisse gewährt ein Vergleich der absoluten Eizahl mit dem Quotienten Copepodit-Stadien IV—VI : Copepodit-Stadien I—III, dessen Ansteigen zeigt, daß die älteren Stadien überwiegen und damit auch offenbar die erwachsenen Weibchen oder wenigstens solche Stadien, die der Geschlechtsreife nicht mehr fern sind. An den Stationen 7, 5, 2 und 13 steigen beide, an Station 12 fallen sie. Es tritt hier eine Abhängigkeit beider in dem Sinne zutage, daß die Vermehrung der Eizahl mit dem Zunehmen der älteren Stadien parallel geht und umgekehrt. Von Station 14—23 laufen die Kurven für diese Zahlen stets im entgegengesetzten Sinne (s. graphische Darstellung Fig. 8, S. 82 [54]); gleichzeitig ist zu bemerken, daß der Quotient hier unter 1 bleibt, also die jüngeren Stadien mehr hervortreten. Wenn daher trotz des, wenn auch geringen Ansteigens des besprochenen Quotienten die Eizahl abnimmt, so liegt die Annahme nahe, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen beiden nicht besteht, daß also der größte Teil der Eier früheren Generationen angehört und nicht von den augenblicklich vorhandenen Weibchen abgelegt wurde. Dafür spricht auch das gleichzeitig starke Anwachsen des Quotienten Nauplien : Eier, der anzeigt, daß um diese Zeit herum hier (Stat. 14—23) außerordentlich viel Nauplien ausgeschlüpft sein müssen. Daß ein solcher Zusammenhang offenbar besteht, wird unverkennbar, wenn wir sehen, daß dieser Quotient (Nauplien : Eier) bei den vorher als entgegengesetzt geschilderten Verhältnissen an Station 7, 5 und 2 ebenfalls sich entgegengesetzt verhält, indem hier im Vergleich zu den Eiern sehr wenige Nauplien vorhanden sind und wir also zu der Annahme geführt werden, daß die Mehrzahl der Eier erst vor kurzer Zeit abgelegt wurde.

Die vier anderen Stationen (24, 28, 32, 37) geben wegen ihrer zerstreuten Lage zu sehr aus einem gemeinsamen Zusammenhang herausgenommene Einzelbilder. Trotzdem tritt uns eine gewisse Ähnlichkeit in der Zusammensetzung der Entwicklungsstufen entgegen bei Station 24 und 32 einerseits und 28 und 37 andererseits, und zwar ist der Quotient Cop.-Stadien IV—VI : Cop.-Stadien I—III bei Station 24 und 32 recht hoch, während der von Nauplien : Eiern nur niedrig ist; andererseits ist bei 28 und 37 das umgekehrt der Fall.

An Station 24 ist die absolute Eizahl dem hohen Quotienten Cop.-Stadien IV—VI : Cop.-Stadien I—III entsprechend, wie auch vorher bei anderen Stationen zu konstatieren war, recht bedeutend. Daß Station 32 trotz der Übereinstimmung seiner Verhältnisse mit denen von Station 24 bedeutend weniger Eier aufweist, läßt auf eine zurzeit überhaupt schwach vertretene Copepodenfauna schließen. Bemerkenswert ist noch, daß die zuletzt besprochenen Stationen auch ihrer Lage nach zwei verschieden gearteten Gebieten angehören, indem 28 und 37 an der Küste und 24 und 32 in der freien Nordsee liegen.

Besonders hervorzuheben ist die Höhe dieses Quotienten an Station 11 und 10, der bei einer Größe von 18,5 bezw. 7,7 so sehr von den übrigen abweicht, daß von einer Eintragung in die graphische Darstellung (Fig. 8, S. 82 [54]) abgesehen ist. An Station 10 macht sich der Einfluß von *Oithona similis* bemerkbar, die 69,8% aller Copepoden ausmacht, und an Station 11 der von *Pseudocalanus* mit 45,8% aller Copepoden. Wie Hensen aus seinen Quotienten die Ungunst der Verhältnisse in der östlichen Ostsee herauslesen konnte, so zeigen auch besonders die soeben angeführten Quotienten, daß der normale Entwicklungszustand gestört ist, eventuell durch die Zuführung der älteren, widerstandsfähigeren vermittels des auch von Hensen in seiner Wirkung eingehend besprochenen Unterstromes von der Beltsee nach den tieferen Becken der östlichen Ostsee.

Um nun wieder auf den Quotienten Copepoden : Eier zurückzukommen, so sehen wir aus der graphischen Darstellung (Fig. 8, S. 82 [54]) seine Kurve bald mit der des Quotienten Cop.-Stad. IV—VI : Cop.-Stad. I—III parallel, bald in entgegengesetztem Sinne laufen, d. h. bald sind bei einem großen Quotienten viele Eierleger, bald bei einem kleinen; das letztere würde am meisten einleuchten, auch die Umkehrung des letzteren, daß bei einem großen Quotienten wenig Eierleger vorhanden sind (Station 37). Wenigstens schloß Hensen (16) im Hinblick auf den von ihm als größten ermittelten Quotienten (7,99 im Dezember) und im Vergleich zu dem als Jahresmittel erhaltenen Quotienten 3,02, daß im März, wo dieser Quotient (Copepoden : Eier) nur 0,92 betrug, viele Eierleger unter den Copepoden vorhanden sein müßten. Dieser Schluß trifft bei den verhältnismäßig geringen Schwankungen in den Quotienten ein und derselben Fahrt nicht immer zu, wie aus den vorher angestellten Überlegungen hervorgeht.

Es ist eben zu berücksichtigen, daß diese Berechnungen nur eine recht grobe Vorstellung von den wahren Verhältnissen geben können und nur eine Resultante aus vielen nicht immer für sich bestimmbaren Komponenten vorliegt. Für *Oithona* z. B. finden sich z. T. recht erhebliche Abweichungen von den aus der Gesamtzahl der Copepoden resultierenden Quotienten, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, in der auch noch angegeben ist, wieviel Eier zu einem Ballen vereinigt waren:

Tabelle 22.

(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15
Oithona similis (u. *plumifera*) . . .	—	39 700	—	6 560	68 700	14 000	37 700	34 000	4 640
Oithona-Eier	—	33 000	—	86 400	172 800	einige	122 000	78 000	24 600
Quotient: *Oithona* : Eier	—	1,2	—	0,08	0,4	?	0,32	0,44	0,2
? Eier in 1 Ballen	—	3,1	—	6,7	7,7	?	12,0	16,4	10,5

Station	19	21	23	24	28	32	37
Oithona similis (u. *plumifera*) . . .	14 600	15 300	3 700	166 000	12 800	9 100	10 100
Oithona-Eier	20 800	19 800	7 160	62 400	einige	9 000	einige
Quotient: *Oithona* : Eier	0,7	0,8	0,5	2,66	?	1,01	?
? Eier in 1 Ballen	10,0	8,1	6,4	11,1	?	12,5	?

Besonders auffallend ist die Abweichung an Station 24 und 32, wo als Quotienten von *Oithona* : *Oithona*-Eier 2,66 bezw. 1,01 den Gesamtquotienten 0,44 bezw. 0,085 gegenüberstehen; dabei entfallen an diesen Stationen 66% bezw. 53% aller Copepoden, aber nur 10,9% bezw. 4,5% aller Eier auf diese Art. Danach dürfte die Fruchtbarkeit von *Oithona* zurzeit nicht sehr groß sein. Trotzdem kommen aber 11,1 bezw. 12,5 Eier durchschnittlich auf einen Ballen, während an der naheliegenden Station 23 bei verhältnismäßig niedrigen Quotienten (0,5) nur 6,4 Eier einen Ballen bilden. Dieser Umstand scheint eher deutlich darauf hinzuweisen, daß zur Zeit des Fanges *Oithona* an Station 23 nur wenig fruchtbar war, besonders wenn man noch berücksichtigt, wie in der Ostsee von Station 2 nach 10 zu die durchschnittliche Eizahl in einem Ballen bedeutend abnimmt (von 7,7 bis 3,1 Eier auf einen Ballen) und die im allgemeinen geringere Fruchtbarkeit von *Oithona* in der östlichen Ostsee gegen die Beltsee schon nach den früheren Untersuchungen als erwiesen galt. Wie die Zahlen für Station 24 daher zu deuten sind, kann ich nach dem Vorliegenden nicht erkennen. Erwähnenswert ist vielleicht noch, daß die Eizahl in einem Ballen im

Kattegat größer war als in der Ostsee (16,4 gegen 7,7 im Maximum), nach dem Skagerrak und der Nordsee zu aber wieder abnahm. Eine hiermit übereinstimmende Zu- und Abnahme des Quotienten *Oithona* : Eier tritt nicht zutage. Auf die Unregelmäßigkeit, die außerdem noch in den Zahlen dadurch eintritt, daß die Eier zu Ballen mit verschiedener Eizahl zusammenhängen und daher nicht so gut für die Zählung geeignet sind, als wenn sie einzeln im Plankton verteilt gewesen wären, hat schon Hensen hingewiesen (16, p. 49).

Haben wir bisher jeden Quotienten für sich von Station zu Station verfolgt, so dürfte es wohl noch von Interesse sein, das Verhältnis aller Entwicklungsstufen zueinander in demselben Fange zu betrachten. Dafür scheint mir eine Übersicht der prozentischen Verhältnisse sich am besten zu eignen, die ich im folgenden gebe.

Tabelle 23.

Prozentische Berechnung der Eier, Nauplien und Copepodit-Stadien I—III, IV—VI desselben Fanges für die ganze Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
Eier	48,6	59,7	49,7	31,4	52,8	35,6	33,4	38,6	37,1	29,7	20,4	31,4	44,2	31,1	61,2	26,1
Nauplien . . .	36,2	32,5	43,6	58,9	36,9	48,3	45,9	47,5	54,5	65,2	72,1	62,8	36,4	46,6	33,6	44,0
Copepodit-Stad. I—III . . .	5,4	3,5	3,7	1,3	0,5	7,9	8,8	7,2	4,2	3,0	4,2	2,9	7,8	9,1	1,5	17,7
Copepodit-Stad. IV—VI. . .	9,8	4,3	3,1	8,4	9,8	8,2	11,9	6,7	4,2	2,1	3,3	2,9	11,6	13,2	3,7	12,0

Anmerkung: An Station 2 sind die Zahlen für die Copepodit-Stadien nur z. T. (und zwar für die 5—0 m-Schicht) durch Zählung festgestellt. Sie ergab etwa halb soviel I—III wie IV—VI. Setzt man nach Analogie ähnlich zusammengesetzter Fänge für die Stufe 31—5 m etwa 1/3 aller Copepoden gleich jung (I—III), so ergibt sich die in der Tabelle angeführte Prozentzahl für die ganze Wassersäule. Dieser Wert scheint mir richtiger zu sein, als wenn nur die jungen Copepodit-Stadien der 5—0 m-Schicht berücksichtigt würden, was 1,7 % für Copepodit-Stadium I—III und 13,5 für IV—VI ergeben würde.

Fig. 9. Graphische Darstellung der Angaben in Tabelle 23.
1 mm vertikal = 1 %.

Die vorstehende graphische Darstellung mag die Verteilung der Eier und Nauplien einerseits und der Copepodit-Stadien I—III und IV—VI andererseits sämtlicher Arten desselben Fanges in Prozenten berechnet veranschaulichen. In 14 Fällen (von 16) laufen die Kurven für die Eier und Nauplien in entgegen-

gesetztem Sinne, d. h. je mehr Nauplien vorhanden sind, um so weniger Eier und umgekehrt. Und zwar ergeben sich recht große Differenzen zwischen beiden. Auch ist der Abstand zwischen Eiern und Nauplien einerseits und den Copepodit-Stadien andererseits sehr bedeutend, so daß in allen Fällen erstere in überwiegender Mehrzahl vorhanden sind. Der Unterschied zwischen den Copepodit-Stadien ist nicht so stark.

Es lassen sich folgende Beziehungen zwischen diesen vier Entwicklungsgruppen feststellen:

I { a. in 10 Fällen sind mehr Nauplien vorhanden als Eier;
b. in 6 „ „ „ Eier „ „ Nauplien
(c. in keinem Fall sind gleichviel Nauplien und Eier vorhanden);

II { a. in 9 Fällen sind mehr Copepodit-Stadien IV—VI vorhanden als I—III;
b. in 5 „ „ „ „ „ I—III „ „ IV—VI;
c. in 2 „ „ gleichviel „ „ I—III und IV—VI vorhanden.

Diese Fälle treten an folgenden Stationen ein:

Ia. Station 10, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 23, 28, 37;
Ib. „ 2, 5, 7, 11, 24, 32.
IIa. Station 2, 5, 10, 11, 12, 13, 24, 28, 32;
IIb. „ 7, 14, 19, 21, 37;
IIc. „ 15, 23.

Die Gruppen I und II zeigen, daß in den meisten Fällen mehr Nauplien als Eier einerseits und mehr ältere Copepodit-Stadien als jüngere andererseits vorhanden sind. Das erstere ist ohne weiteres verständlich, wenn man berücksichtigt, daß das Naupliusstadium mit seinen sechs Entwicklungsstufen auch eine längere Zeit dauern wird als der Eizustand, also in der Mehrzahl vorhanden sein muß. Dieses Verhältnis wird umgekehrt, wenn außerordentlich viel Eier abgelegt sind und das Ausschlüpfen der Nauplien noch nicht erfolgt ist. Dieser Umstand und das Überwiegen der älteren Copepodit-Stadien den jüngeren gegenüber würde darauf hinweisen, daß eine Periode gesteigerter Fortpflanzung vorliegt, während in ersterem Falle mehr das Heranwachsen einer neuen Generation angedeutet wird. Die Mehrzahl der Fälle I würde daher mit der Mehrzahl der Fälle II im Widerspruch stehen, wenn diese zweimal je 9 Fälle an denselben Stationen vorkämen.

Nun sind aber die Gruppen I und II zunächst ohne Rücksicht auf die Zugehörigkeit zu einer Station zusammengestellt, so daß dadurch der biologische Zusammenhang zwischen beiden des öfteren wahrscheinlich auseinander gerissen ist. Die etwaige Abhängigkeit dieser beiden Gruppen voneinander gibt aber erst eine Vorstellung vom ganzen Entwicklungsgang. Kombinieren wir daher sämtliche möglichen Fälle (zusammengestellt in den Gruppen Ia, b, (c) und IIa, b, c), so ergibt sich, daß

die Kombination von Ia und IIa 4 Stationen gemeinsam ist und zwar den Stationen 10, 12, 13, 28;
„ „ „ Ib „ IIb 1 Station „ „ „ „ der Station 7;
„ „ „ Ia „ IIb 4 Stationen „ „ „ „ den Stationen 14, 19, 21, 37;
„ „ „ Ia „ IIc 2 „ „ „ „ „ „ „ 15, 23;
„ „ „ Ib „ IIa 5 „ „ „ „ „ „ „ 2, 5, 11, 24, 32;
„ „ „ Ib „ IIc 0 „ „ „

Am häufigsten trifft die Kombination Ib ~ IIa an denselben Stationen zu, d. h. an den Stationen 2, 5, 11, 24 und 32 sind mehr Eier als Nauplien und gleichzeitig mehr Copepodit-Stadien IV—VI als I—III vorhanden. Hier liegt überwiegend eine Fortpflanzungsperiode vor. Genau das Gegenteil ergibt die Kombination Ia ~ IIb für die vier Stationen 14, 29, 21, 37. Für diese ist charakteristisch, daß bei bedeutendem Unterschiede zwischen den Prozenten der Eier und Nauplien (viel weniger Eier) nur eine sehr geringe Differenz zwischen den Stationen I—III und IV—VI besteht und die beiden letzten relativ wenig vorhanden sind; d. h. aus den schon früher abgelegten Eiern wächst eine neue Generation heran.

Hierdurch scheinen mir im Entwicklungsgang der Copepoden zwei wesentliche Phasen ihren Ausdruck zu finden, die jedoch durch Übergänge verbunden sein müssen. Diese können natürlich in der verschiedensten Weise variieren, zumal da durch die vorliegende Darstellung nicht ein Ausschnitt aus dem Entwicklungsgang eines einzelnen Copepoden gegeben ist, sondern da die verschiedenen Arten mit verschiedenen Entwicklungsperioden an der Bildung des Gesamtergebnisses beteiligt sind. Unter Berück-

sichtigung dieser beiden Extreme ist es möglich, die anderen Kombinationen ihrer Zusammensetzung nach zu deuten und einzuordnen. In den Fällen, wo für die eine der beiden Hauptgruppen I oder II die Untergruppen a und b einen gleichen Prozentsatz aufweisen, wird die Zusammensetzung der anderen Hauptgruppe den Ausschlag geben; derart, daß z. B. die Kombination Ia ~ IIc, wo also bei geringerer Eizahl gleichviel Copepodit-Stadien I—III und IV—VI auftreten, der Kombination Ia ~ IIb nahesteht (es handelt sich um Station 15 und 23). Wir haben also eine Verschiebung in der Zusammensetzung, das eine Mal mehr nach dem Ende der Entwicklung hin, das andere Mal mehr nach dem Anfang hin, indem die Geschlechtsreife natürlich als Ende aufzufassen ist.

Diejenigen vier anderen noch möglichen Kombinationen, in denen neben der Untergruppe c auch die andere Untergruppen (a oder b) keine bedeutende Differenz zwischen ihren Bestandteilen aufweist, nämlich (Ic ~ IIa), (Ic ~ IIb), (Ic ~ IIc), Ib ~ IIc, haben in den vorliegenden Fängen kein Beispiel.

Es bleiben dann noch zwei Kombinationen übrig: Ia ~ IIa und Ib ~ IIb. Diese kommt einmal an Station 7 vor, und zwar überwiegen die Copepodit-Stadien I—III so wenig die Stadien IV—VI, daß kein wesentlicher Unterschied besteht einer Zusammensetzung gegenüber, wo die beiden Copepodit-Stadien gleich stark vertreten sind oder die Stadien IV—VI etwas zahlreicher sind. Daher würde in Anbetracht des bedeutenden Unterschiedes zwischen den Eiern und Nauplien diese Kombination der Kombination Ib ~ IIa am nächsten stehen.

Legen wir auch bei der letzten noch möglichen Kombination Ia ~ IIa das meiste Gewicht für die Beurteilung auf diejenige Hauptgruppe (I oder II), welche die größte Differenz in ihren Untergruppen (a, b) aufweist, so zeigt sich, daß die Stationen 12, 13, 28 der Kombination Ia ~ IIb zuzuteilen sind, da der Unterschied zwischen den Copepodit-Stadien bedeutend hinter dem zwischen Eiern und Nauplien bestehenden zurücktritt; von den letzteren sind aber die Nauplien in der Mehrzahl vorhanden.

Nur Station 10 zeigt einen auffallend abweichenden Charakter, da hier sowohl bedeutend mehr Nauplien als Eier und andererseits auch bedeutend mehr ältere Copepodit-Stadien als jüngere vorhanden sind.

Zwei Extreme treten also besonders deutlich hervor: entweder übertreffen die Eier z. T. recht beträchtlich die Nauplien an Zahl, indem gleichzeitig die Copepodit-Stadien I—III mehr oder weniger merklich überwiegen, oder es treten umgekehrt Eier und Copepodit-Stadien IV—VI hinter den Nauplien bezw. den Copepodit-Stadien I—III zurück. Diesen beiden Richtungen entsprechend gehören nun also folgende Stationen mit ungefähr gleichem Charakter in bezug auf die Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstufen zusammen: 1. die Stationen 12, 13, 14, 15, 19, 21, 23, 28, 37, die eine mehr zur Geschlechtsreife hin fortgeschrittene Entwicklung für die Copepoden andeuten; 2. die Stationen 2, 5, 7, 11, 24, 32, deren Copepoden in einer stärker hervortretenden Fortpflanzungsperiode begriffen sind. Die letzteren befinden sich in der Ostsee und weit draußen in der freien Nordsee, während die ersteren im Kattegat, Skagerrak und in der Nordsee mehr in Küstennähe liegen. Vielleicht tritt in dieser Gruppierung auch ein Zusammenhang mit dem Entwicklungszustand des pflanzlichen Planktons hervor, indem einerseits starke Eiproduktion (im 2. Fall) mit spärlichem Diatomeenwuchs oder z. T. beginnender Diatomeenwucherung zusammenfällt, andererseits (im 1. Fall) das Heranwachsen einer Generation parallel geht mit stark vorgeschrittener Diatomeenwucherung.

c) Faunistisch-biologisches über Copepoden.

Es erübrigt noch, die verschiedenen Arten ihrem örtlichen und jahreszeitlichen Vorkommen nach zu verfolgen. Gerade hierfür leisten Zählungen gute Dienste, da nicht so große Unterschiede in den absoluten Zahlen auftreten, wie etwa bei den Diatomeen, so daß man sich bei einer Schätzung ihrer relativen Häufigkeit leicht täuschen kann. Ich habe mich daher im folgenden wesentlich auf den Vergleich mit den bis jetzt vorhandenen quantitativen Angaben beschränkt und damit auch hauptsächlich ein Bild davon gegeben, wie die Verteilung der Copepoden sich in dem verhältnismäßig kleinen Gebiet der Ostsee, Nordsee und der beiden verbindenden Meeresteile gestaltet. Die zahlreichen Aufzeichnungen in den „Bulletins“ konnte ich jedoch nicht eingehend berücksichtigen, da eine kritische Bearbeitung dieser Veröffentlichungen noch nicht vorliegt.

Die folgende Tabelle (24) enthält eine Übersicht über die Beteiligung der einzelnen Arten an der Gesamtzahl der Copepoden in der ganzen Wassersäule unter 1 qm nach Prozenten berechnet.

Tabelle 24.

(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37	Extreme Werte in %	Mittelwerte
1. *Copepoda iuvenes*	10,94	43,83	55,45	11,7	5,09	49,3	42,31	51,8	49,9	58,6	57,1	50,5	40,3	46,5	29,9	60,01	3,5 —60,01	41,45
2. *Acartia Clausi*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19	0,17	—	—	—	—	8,18	0,17— 8,18	0,53
3. „ *bifilosa*	0,16	13,31	27,73	0,3	4,07	17,4	3,5	0,92	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,16–27,73	4,24
4. „ *longiremis*	1,23	11,85	6,93	6,1	8,15	6,9	1,8	2,99	5,3	2,82	0,17	—	0,1	0,32	2,9	—	0,1 —11,85	3,60
5. *Calanus finmarchicus*	—	—	—	—	—	—	0,04	×	0,23	0,94	0,85	1,1	1,9	1,86	×	×	0,04— 1,9	0,43
6. *Centropages hamatus*	2,87	2,76	4,16	2,0	12,22	0,6	0,24	0,32	0,23	0,19	—	—	—	—	—	—	0,19–12,22	1,60
7. *Euchaeta norvegica*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—
8. *Metridia longa*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	—	0,11	—	—	0,11— 1,1	0,08
9. „ *lucens*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17	—	0,1	0,11	—	—	0,1 — 0,17	0,02
10. „ sp.	—	—	—	—	—	—	—	×	—	0,56	1,01	3,3	—	—	—	—	0,56– 3,3	0,30
12. *Microcalanus pusillus*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,59	—	1,9	21,3	—	—	1,9 —21,3	1,67
13. *Microsetella atlantica*	0,05	—	0,18	—	—	0,2	—	0,37	—	0,19	5,7	3,3	2,6	1,0	—	—	0,05— 5,7	0,85
14. *Oithona plumifera*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	0,68	—	1,3	0,32	—	—	0,68—10,56	0,18
15. „ *similis*	47,21	10,71	—	69,8	—	4,8	16,6	12,19	10,0	14,6	23,2	34,14	44,3	9,50	45,0	—	4,8 —69,8	21,38
16. *Paracalanus parvus*	0,05	—	—	—	—	—	0,36	2,65	0,23	7,7	0,85	3,3	1,3	0,21	—	3,87	0,05— 7,7	1,28
17. *Pseudocalanus elongatus*	30,79	13,58	4,62	9,8	45,82	15,1	33,6	17,27	32,2	8,4	4,65	1,1	6,0	1,26	4,3	13,09	1,1 —45,82	15,1
18. *Temora longicornis*	6,56	3,73	0,55	0,3	24,44	4,3	0,86	0,63	1,41	0,19	0,34	1,1	0,2	0,21	17,9	5,13	0,19—24,44	4,24
19. *Eurytemora hirundo*	—	—	—	—	0,21	1,4	0,04	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04 1,4	0,11
20. *Cyclopiden*	—	—	—	—	—	—	0,7	1,61	—	0,75	—	1,1	×	—	—	3,81	0,7 — 3,81	0,5
21. *Harpacticiden*	0,16	—	0,39	—	—	—	—	9,20	—	4,21	1,52	—	×	17,3	—	6,01	0,16—17,3	2,42

Unter *Copepoda iuvenes* sind hier, wie in den Haupttabellen, die I.—III. Copepodit-Stadien aller Arten zusammengefaßt (für *Oithona* nur I und II). Darüber möchte ich noch zu dem vorhergehenden Kapitel ergänzend bemerken, daß diese jüngeren Stadien fast überall die Hälfte und mehr aller Copepoden ausmachen. Leider geht aus den bestehenden früheren Zählungen nicht mit Sicherheit und hiermit vergleichbar hervor, wie zu andern Jahreszeiten die Verhältnisse liegen; bisher wurden nämlich unter *Copepoda iuvenes* diejenigen aufgeführt, deren Artzugehörigkeit sich damals nicht bestimmen ließ. Es wird bei den verschiedenen Zählern naturgemäß verschieden gewesen sein, wo die Grenze zwischen den sicher bestimmten und den unbestimmten Tieren gezogen wurde; einige Arten, *Oithona* und *Temora* z. B., sind schon auf den ersten Copepodit-Stadien ihrem Habitus nach leicht zu erkennen. Die Fänge desselben Zählers unter sich verglichen können allerdings, einige Übung im Bestimmen der Arten vorausgesetzt, brauchbare Schlüsse über die mehr oder weniger große Häufigkeit der jüngeren Copepoden zu verschiedenen Jahreszeiten geben; doch glaube ich mir fürs erste die Mühe ersparen zu dürfen, die entsprechenden Verhältnisse aus den veröffentlichten Tabellen zu errechnen, da ich sie doch nicht mit den vorliegenden unmittelbar vergleichen kann. Die von Driver (9, p. 124) angegebenen Prozentzahlen an jungen Copepoden, von denen die höchste nur 19% (Beltsee, August 1905) beträgt, scheinen mir z. B. viel zu klein zu sein, wenn eben dasselbe darunter verstanden werden soll, was meiner Einteilung entspricht.

Diese ist zunächst aus rein praktischen Gesichtspunkten getroffen, weil einerseits das IV. Stadium und die folgenden leicht bestimmbar sind, andrerseits auch die Artzugehörigkeit von diesem ab deutlich hervortritt. Auch bei *Oithona,* über deren Entwicklung ich bei späterer Gelegenheit noch zu berichten gedenke, gelang es mir später; doch habe ich mit Rücksicht auf die ersten Zählungen, wo diese genaue Trennung mir Schwierigkeiten machte, überall nur die I. und II. Stadien zu den jüngeren gerechnet.

Die übrigen Angaben der vorstehenden Tabelle werde ich bei der folgenden Besprechung der einzelnen Arten berücksichtigen.

Von der Gattung *Acartia* haben die Arten *bifilosa* und *longiremis* in der Ostsee und im Kattegat ihr Hauptverbreitungsgebiet, und zwar beschränkt sich *bifilosa* nach den vorliegenden Befunden allein auf die beiden genannten Meeresteile, während *longiremis* auch in der nördlichen Nordsee noch in geringer Anzahl sich vorfindet (19, 21, 24, 28, 32). In den Oberflächenfängen war *longiremis* auch in der südöstlichen Nordsee anzutreffen. *A. longiremis* war fast immer weniger zahlreich als *bifilosa;* auffallenderweise aber häufiger einerseits in der östlichen Ostsee (Station 10, 11), andrerseits im Kattegat an Station 14 und 15, und in der Nordsee an den Stationen, wo *A. bifilosa* nicht vorkommt. Hensen (17) glaubte nach seinen Befunden zu erkennen, daß *A. longiremis* das schwachsalzige Wasser bevorzuge. Berücksichtigt man nur die Ostsee, so wird das auch durch die Zählungen Drivers bestätigt, da besonders im August und November in der östlichen Ostsee *Acartia longiremis* in bedeutender Zahl (200000—300000) vorhanden war und *A. bifilosa* überhaupt nicht gefunden wurde (Station 10). In diesen Monaten hatte *A. longiremis* ihr Maximum, während *A. bifilosa* im Mai am häufigsten war und gleichzeitig auch in diesem Monat *A. longiremis* an Menge übertraf. Eine vergleichende Besprechung dieser beiden Arten könnte wertvolle Resultate ergeben; leider liegen aber nicht genügend viele Zählungen vor, in denen beide voneinander getrennt wurden. Soweit aus Drivers Zählungen, wo dies geschehen ist, hervorgeht, wechselt das Überwiegen der einen oder anderen Art in den verschiedenen Monaten. Im allgemeinen ist *Acartia bifilosa* eine ausgesprochenere Brackwasserform als *A. longiremis,* da nach Norquist (23) *Acartia bifilosa* auch noch im Bottnischen Busen vorkommt, *A. longiremis* dagegen zwischen Aaland und Finnland bereits seine nördliche Grenze in der Ostsee erreicht hat. Auch v. Breemen (5) nennt *Acartia bifilosa* eine typische Brackwasserform unter Berücksichtigung seiner Nordseebefunde, indem eben nur die Gebiete ganz nahe der Küste als Fundorte hier in Betracht kommen. Ebenso fand Aurivillius (3) *Acartia bifilosa* vorwiegend im nordöstlichen Skagerrak von Mitte Februar bis Ende Juni und rechnet sie zum baltischen Plankton, das im April bis Mai kulminiert.

Beide Arten kamen im März bis April 1906 am häufigsten in den Oberflächenschichten vor, und zwar an allen Stationen außer an Station 7, wo die 43—35 m-Schicht bevorzugt wurde, und an Station 10 und 11, die aber in der 5—0 m-Schicht überhaupt nur sehr wenig Copepoden hatte. Nach den bisher vorliegenden Zählungen (Hensen bis Driver) war in der Ostsee zu jeder Jahreszeit eine Zunahme der *Acartia*-Arten nach Osten hin zu konstatieren. Daß nach den März-April-Fängen dagegen die Zunahme nur bis Station 7 (für *bifilosa*) und Station 5 (für *A. longiremis*) stattfindet, von da ab nach Osten zu die Zahlen, besonders für *bifilosa,* aber wieder beträchtlich abnehmen, läßt sich bis jetzt nicht begründen. Vielleicht könnten die Beobachtungen desselben Jahres Aufschluß darüber geben, doch liegen keine Zählungen vor.

Im einzelnen Salzgehalt und Temperatur mit den Zahlen vergleichend anzuführen, lohnt sich nicht. Es muß zunächst genügen, nochmals zu konstatieren, daß das schwachsalzige Wasser von etwa 7—15‰ die günstigsten Bedingungen für diese beiden *Acartia*-Arten bietet. Ein Einfluß der Temperatur auf die Verteilung läßt sich nicht erkennen. Bei einem Versuch, das eigentümliche Vorkommen der *Acartia*-Arten zu erklären, kommt auch eine Prüfung der Frage in Betracht, ob etwa — wenigstens in gewissen Stadien der Entwicklung — Beziehungen zum Meeresboden vorliegen. *Acartia discaudata* wurde nicht gefunden, ebenso nicht *intermedia,* deren Existenz v. Breemen bezweifelt.

Pseudocalanus longatus wurde an allen Stationen in den Vertikalfängen gefunden. In der Ostsee betrug die mittlere Häufigkeit unter 1 qm Oberfläche 15500, im Kattegat 32000, in der Nordsee 6600. Die Maximalzahlen entfallen in der Ostsee auf Station 2 (45000), im Kattegat auf Station 13 (67000), in der Nordsee auf Station 24 (15000). Im einzelnen gestaltet sich die Verteilung folgendermaßen:

In der Ostsee nimmt die Häufigkeit von Westen nach Osten bis Station 7 ab, wo das Minimum von 2000 Individuen unter 1 qm erreicht wird, und steigt dann wieder im weiteren Verlaufe nach Osten, bleibt aber an Station 11 um mehr als die Hälfte hinter dem Maximum von Station 2 zurück. An allen untersuchten Stationen wird die Wasserschicht unterhalb 5 m bevorzugt, und zwar je weiter nach Osten um so mehr. Dieser Wechsel geht parallel mit der bekannten Abnahme des Salzgehalts. An Station 2

ist die Schicht von 17,47‰—21,24‰ für *Pseudocalanus* besonders günstig. Bis Station 7 hält sich dann ein schmaler Streifen Wasser, dessen Salzgehalt allmählich bereits bis 13,01 heruntergegangen ist, in der Nähe des Bodens. Bis 35 m Tiefe findet sich an Station 7 nur 8,86‰, und gleichzeitig sehen wir auch, daß *Pseudocalanus* von dieser Tiefe an nach oben nicht mehr angetroffen wird. Obgleich nun aber der Salzgehalt weiter nach Osten (Station 10, 11) am Grunde noch mehr abnimmt (bis 10,63‰), eine nicht nur für die Ostsee-Copepoden, sondern auch für andere Ostsee-Organismen im allgemeinen typische Erscheinung. Gelegentliche Abweichungen hiervon trafen wir oben schon bei *Acartia* an. Die Temperatur weist der Jahreszeit entsprechend einen Spielraum von + 2—5° C. auf.

Im Kattegat treffen wir das schon vorher erwähnte Maximum an *Pseudocalanus* an. Leider fehlt es an quantitativen Beobachtungen aus andern Jahreszeiten für diese Gegend, so daß man sich kein klares Bild von der Bedeutung der gewonnenen Zahlen und ihrer Abhängigkeit von den physikalischen Verhältnissen machen kann.

Im Skagerrak und in der Nordsee hat *Pseudocalanus* ganz bedeutend abgenommen. Nur an Station 24 und 37 ist er etwas häufiger, erreicht aber mit 150000 bezw. 240000 Individuen unter 1 qm nur $^1/_3$ bezw. $^1/_2$ der Anzahl an Station D O 2 der westlichen Ostsee. Nach Apsteins Zählungen fand sich die größte Zahl von *Pseudocalanus* im August 1903 an Station D O 9 (480000). Im gleichen Jahre kulminierte *Pseudocalanus* in der Ostsee aber im Mai (Station D O 5: 96000), während 1905 (nach Driver) im August mit 343000 die höchste Zahl an Station D O 3 erreicht wurde. Es sind dies eine Reihe voneinander abweichender Einzelbeobachtungen, die keine übereinstimmenden Perioden erkennen lassen. Daher ist es auch nicht möglich, auf Grund der vorliegenden Zahlen durch einen Vergleich mit den gleichzeitigen physikalischen Verhältnissen eine Erklärung für den wechselnden Bestand von *Pseudocalanus* zu finden.

Paracalanus parvus wurde während der untersuchten Fahrt in der Ostsee nur an Station 2 angetroffen. Im Kattegat findet er sich erst an Station 13 wieder und dann an fast allen Stationen der weiteren Fahrt (ausgenommen an Station 32). An den Stationen 14, 19, 24 und 37 erreicht er die höchsten Zahlen von 3000—7000, während er sonst nur mit höchstens 1000 Individuen unter 1 qm vertreten ist. Sein Vorkommen zeigt ein ziemlich wechselndes Bild. In den Oberflächenschichten ist er weniger häufig. Diese verhältnismäßig kleinen Zahlen für *Paracalanus* — er bildet im Mittel nur 1,28% aller Copepoden — sind nach den bisherigen Beobachtungen für diese Jahreszeit als durchaus normal zu betrachten.

Ehe ich nun auf die schon vorher bei der Besprechung des Wachstums diskutierte Frage nach der Lebens- bezw. Fortpflanzungsfähigkeit von *Paracalanus* in der Ostsee näher eingehe, werde zunächst erörtert, welche Periodizität in seinem Auftreten, nach früheren Untersuchungen zu urteilen, sich erkennen läßt. Nach Apsteins Zählungen war *Paracalanus* (1903) im Februar in der Nordsee an der Station D N 3 im Maximum mit 24000 unter 1 qm vertreten und im Minimum von 1600 an Station D N 1 und 6400 an Station D N 2. Von den übrigen Stationen liegt kein Material vor. Im Mai war *Paracalanus* am verbreitetsten, indem er an 9 von 15 untersuchten Stationen vorkam, jedoch mit einem Maximum von nur 20000 (Station D N 10). Im August fand er sich nur an 3 von 13 untersuchten Stationen mit einem wiederum kleineren Maximum von 16000 (Station D N 9) und im November nur an einer von 9 Stationen, und zwar mit 4000 an Station D N 2. Danach würde er also von Februar bis November ständig abgenommen haben. Aurivillius führt als Fundzeit im Skagerrak Anfang Juni bis Ende Februar an, selten im Januar und Februar. Timm (28) gibt ebenfalls für die südliche Nordsee August bis Januar an neben Mai, in dem er ohne Zusammenhang mit den andern Monaten ein Maximum fand. An den von mir bearbeiteten Stationen A, B, C der Elbmündung (18) war *Paracalanus* ebenfalls besonders im August und November häufig (1906 Station A: Februar—Mai 6400, August 240000, November 54000 pro 1 cbm Wasser). Gegenüber drei ziemlich übereinstimmenden Beobachtungen muß daher die Feststellung für 1903 als Ausnahme angesehen werden. Betrachten wir daneben die gleichzeitig von Apstein für 1903 in der Ostsee gefundenen Zahlen, so stellt sich zunächst genau derselbe Gang heraus, wie in der Nordsee (1903), indem im Maximum gezählt wurden: im Februar 70000 (Station D O 2), im Mai 33600 (Station D O 5), im August 9000 (Station D O 2) unter 1 qm, also Ergebnisse, die mit den Befunden in der Nordsee parallel gehen. Dagegen zeigt der November plötzlich eine ungeheure Menge von *Paracalanus* (320000, Station D O 3), die zu der für die Nordsee konstatierte weitere Abnahme im November durchaus im Gegensatz steht.

Die Annahme, daß also *Paracalanus* zur Hauptsache sich aus der Nordsee rekrutiere, wird dadurch sehr unwahrscheinlich. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß das Kattegat dazwischen liegt, dessen Verhältnisse wir nach quantitaven Feststellungen nicht kennen. Doch haben die physikalischen Verhältnisse des Kattegats so große Ähnlichkeit mit denen der Beltsee, daß auch für den *Paracalanus* des Kattegats dieselbe Abhängigkeit von dem der Nordsee postuliert werden müßte, so daß also das Kattegat ohne Berücksichtigung der Nordsee nicht als Ursprungsort vom *Paracalanus* der Beltsee aufgefaßt werden könnte. Die angeführten Zahlen scheinen mir vielmehr zu sagen, daß *Paracalanus* sich auch in der Beltsee (östliche Ostsee?) fortpflanzen kann. Ob der Vermehrungsfuß gegenüber dem der Nordsee verringert ist, läßt sich noch nicht erkennen; daß aber die Größe vom Ostsee-*Paracalanus* hinter der des Nordsee-*Paracalanus* zurücksteht, habe ich schon vorher gezeigt, doch ist dies auch den andern Copepoden eigen, die sicher als heimisch in der Ostsee nachgewiesen sind. Außerdem wäre noch hervorzuheben, daß nach Driver *Paracalanus* im Februar 20,8 % aller Copepoden in der Beltsee ausmachte und neben *Oithona similis* (50 %) der häufigste Copepode war. *Paracalanus* zeigt in der Ostsee überhaupt eine ähnliche Verbreitung wie *Oithona*, da nach Driver die Prozentzahlen für beide sich folgendermaßen gestalten:

	Februar	Mai	August	November	Mittel
Oithona . . .	0	0,5	0	5,1	1,4
Paracalanus . .	0,7	0,9	0	3,5	1,3.

Für *Oithona* ist die Fortpflanzungsfähigkeit durch Beobachtung von Eiersäcken und Nauplien (auch der jüngsten Stadien) selbst noch in der östlichen Ostsee (Station 10) nachgewiesen. Immerhin würde dieser Nachweis für *Paracalanus* noch zu erbringen sein, der Oberg trotz seiner ausgedehnten Untersuchungen noch nicht gelungen ist, ehe auf Grund der vorliegenden Zahlen das Auftreten von *Paracalanus* seine vollständige Erklärung findet. Die Möglichkeit, daß *Paracalanus* einen Zuwachs an Individuen aus dem Kattegat und der Nordsee erhält, soll durchaus nicht von der Hand gewiesen werden, doch läßt es sich nach den bisherigen Untersuchungen nicht feststellen, in welchem Maße es geschieht. Ich wollte auch nur darauf hingewiesen haben, daß es auf Grund der angeführten Zahlen bedenklich erscheint, *Paracalanus* einzig als Gast in der Ostsee aufzufassen.

Oithona similis war in den vorliegenden Fängen der häufigste Copepode. Im Mittel gehörten in jedem Fange 21,4 % aller Copepoden dieser Art an, also nicht ganz ebensoviele, wie alle andern Arten zusammen, wenn man die 41,5 % junger Copepoden bei dieser Betrachtung ausschaltet, von denen jedoch ein entsprechender Prozentsatz ebenfalls dieser Art angehört. Nur an 2 Stationen wurde *Oithona* nicht angetroffen, und zwar an Station 7 und 11. Dies hängt damit zusammen, daß *Oithona* im Wasser von weniger als 10 ‰ Salzgehalt nicht mehr gut lebensfähig ist, wie die in der Ostsee gemachten Stufenfänge deutlich zeigen. Von Station 2 nach 5 nimmt *Oithona* von 69000 bis 7000 ab und tritt an Station 10 plötzlich wieder in einer Anzahl von 34000 unter 1 qm auf. An der dazwischenliegenden Station 7 befindet sich schwachsalziges Wasser von ca. 8 ‰ bis zu einer Tiefe von 35 m, darunter bis zum Boden (42 m) also nur in einem verhältnismäßig dünnen Streifen von 7 m, Wasser, dessen Salzgehalt allmählich bis 13 ‰ zunimmt. An Station 10 ist eine entsprechende untere Schicht (9,8 ‰—15,35 ‰) in einer Mächtigkeit von ca. 40 m (50—90 m) vorhanden und parallel damit auch eine größere Menge von *Oithona* als an Station 7, an der diesmal so wenig gewesen sein müssen, daß in einem Zuge mit dem mittleren Schließnetz keine davon gefangen wurden. Daß *Oithona* zu anderen Zeiten an dieser Station vorkommt, geht aus den Zählungen Apsteins und Drivers hervor. Ähnlich verhält es sich mit Station 11. Ferner zeigt aber der Schließnetzfang von Station 10 (40—5 m), daß auch in Wasser von 7,5 ‰ vereinzelt *Oithona* vorkommen kann.

Im Kattegat ist die Verteilung auf die verschiedenen Schichten viel schwieriger zu verstehen. Daß an Station 12 die 5—0 m-Schicht (Salzgehalt: 15,91—10,12 ‰) nur $^1/_5$ an *Oithona* wie die darauffolgende 21—5 m-Schicht (Salzgehalt: 24,18—15,91) aufweist, erinnert an die Verhältnisse in der Ostsee; daß aber die Bodenschicht (28—21 m) ebenfalls nur ca. $^1/_5$ an *Oithona* wie die mittlere Schicht, trotz des hohen Salzgehalts (31,94—24,18 ‰), enthält, muß offenbar auf anderen Ursachen beruhen, als der der Abhängigkeit von stärkerem Salzgehalt. Ähnliches beobachten wir an den übrigen Kattegatstationen, obgleich der Salzgehalt z. T. noch höher wird (Station 14: 75 m, 34,8 ‰). Es scheint sich der Umstand geltend zu machen,

daß in den tiefsten Schichten die Zahl der jüngeren Stadien (I und II) hinter der in den mittleren Schichten zurücksteht. Doch können erst Beobachtungen aus andern Jahreszeiten unter gleichzeitiger Berücksichtigung der quantitativen Verteilung der verschiedenen Stadien eventuell sicheren Aufschluß darüber geben. An den Stationen 13—15 ist *Oithona* in den 5—0 m-Schichten häufiger als in den mittleren Schichten, obgleich der Salzgehalt schwächer ist im Verhältnis zu den Beobachtungen aus größerer Tiefe derselben Stationen. Er bleibt aber im Gegensatz zu Station 12 (5—0 m) mit 20—25 ‰ bedeutend höher, so daß auch im Vergleich zu dieser Station eher eine Zunahme von *Oithona* zu erwarten ist, die offenbar mit den Salzgehaltsverhältnissen Hand in Hand geht.

Waren im Kattegat noch relativ große Mengen von *Oithona* gefunden worden, wenigstens an Station 13 und 14 (32000, 21000), so ergaben die Nordseefänge im allgemeinen nicht besonders große Zahlen, indem diese meist weit unter 10000 blieben. Nur Station 24 macht eine stark abweichende Ausnahme mit 110000 unter 1 qm, der überhaupt größten Anzahl, die für *Oithona* auf dieser Fahrt konstatiert wurde. Einen Grund für diese Verteilung in der Nordsee zu finden, dürfte vorläufig nicht möglich sein, da die physikalischen Verhältnisse ziemlich gleichmäßig sind und auch kein geeignetes Vergleichsmaterial vorliegt. Nach Apstein fanden sich im Mai, wo die 5—0 m-Schicht durch Schließnetzfänge besonders berücksichtigt ist, oben merklich mehr *Oithona,* wie auch in den vorliegenden Fängen bis auf Station 36 und 37. *Oithona* ist in Nord- und Ostsee übereinstimmend im August und November besonders häufig.

Die Verteilung von *Temora longicornis* in der Ostsee hat große Ähnlichkeit mit der von *Pseudocalanus.* Im Westen (Station 2) wie im Osten (Station 11) finden wir Maxima zu je 9600 unter 1 qm. An den dazwischenliegenden Stationen nehmen die Zahlen von Westen nach Osten beständig ab: Station 5: 2300, Station 7: 240, Station 10: 160. Diese Verteilung tritt jedoch nicht nach allen bisher gemachten Zählungen in den verschiedenen Jahreszeiten hervor, da auch an Station 8 (Februar 03) und 5 (November 05) Maxima von 100000 bezw. 360000 auftreten. In bezug hierauf zeigen sich auch zwischen den Beobachtungen der Jahre 1903 und 1905 beträchtliche Unterschiede, auf die ich jedoch nicht näher eingehen möchte, da die bisherigen Untersuchungen zum genügenden Verständnis nicht auszureichen scheinen. Im übrigen tritt unverkennbar im August und November sowohl 1903 wie 1905 *Temora* im Maximum auf und zwar unter Bevorzugung der östlichen Stationen.

Nach den vorliegenden Fängen ist die Oberflächenschicht bedeutend stärker mit *Temora* bevölkert als die mittleren oder gar die tiefsten Schichten.

Im Kattegat und in der Nordsee kam *Temora* diesmal meist außerordentlich spärlich vor. Station 12 kommt mit 6000 unter 1 qm noch beinahe den Verhältnissen der Beltsee gleich, Station 13 und 14 haben 1700 bezw. 1100 Individuen unter 1 qm; dann aber bleiben an sämtlichen Stationen der Reihe nach bis 28 alle Zahlen unter 1000; erst in der mittleren Nordsee (Station 32: 3000) und besonders in der südöstlichen Nordsee in größerer Nähe der Küste (Stat. 37) steigt die Menge wieder auf 9400. Daß die Küstennähe nicht allein hierauf von Einfluß sein kann, zeigt ein Vergleich mit der ebenfalls an der Küste aber in der nördlichen Nordsee gelegenen Station 28, wo nur 160 *Temora* unter 1 qm gefunden wurden. Ob in den physikalischen Verhältnissen die Ursache zu suchen ist, läßt sich nicht sicher sagen, da für Station 28 keine Beobachtungen vorliegen; es wird, nach Station 29 zu schließen, auch hier eine salzschwächere Deckschicht von 33—34 ‰ Salzgehalt vorhanden sein, ein Salzgehalt, den wir auch an Station 37 vorfinden. Außerdem müßten auch an Station 19 und 20 (Salzgehalt 33—34 ‰ bis 40 m bezw. 26 m Tiefe) mehr und an Station 32 (Salzgehalt 34—35 ‰) weniger *Temora* erwartet werden, wenn der Salzgehalt ausschlaggebend auf die Verteilung wirken sollte. Ferner zeigen auch die Zählungen Apsteins, daß die Maxima vorzugsweise in der freien Nordsee (Stat. DN3, DN4) auftreten, so daß also Küstennähe und physikalische Verhältnisse nicht mit Sicherheit für die diesmal gefundene Verteilung verantwortlich gemacht werden können.

Im Gegensatz zu den Jahresschwankungen in der Ostsee hat die *Temora* der Nordsee im Mai ihr Maximum: 128000 (an Stat. DN3) gegenüber den Maxima von 5600 (an Station DN1) im Februar, 4800 (Stat. DN3, DN8) im August und 23600 (Stat. DN4) im November. Aurivillius findet ebenfalls *Temora* im Juli bis August in den Oberflächenschichten im Skagerrak nur vereinzelt, in den übrigen Monaten immer häufiger. Nach Timm ist *Temora* bei Helgoland das ganze Jahr über zu finden, am zahlreichsten im

November bis April, selten im Juni bis Juli. An den Stationen A, B, C der Elbmündung traf ich ebenfalls die größten Zahlen im Monat Mai.

Darin stimmen jedoch die Nord- und Ostseebefunde nach Apsteins Zählungen, überein, daß die Oberflächenschichten im allgemeinen von *Temora* bevorzugt werden.

Centropages hamatus hatte während der vorliegenden Fahrt nur in der Ostsee einige Bedeutung und kommt der Häufigkeit von *Temora* annähernd gleich. Auch hier macht sich eine Abnahme der Zahlen nach der Mitte der Ostsee hin bemerkbar, wie sie für *Pseudocalanus* und *Temora* hervorgehoben wurde, während an der westlichen Station 2 und der östlichen Station 11 die Maxima sich zeigen. Dasselbe Verhalten ergibt sich sowohl nach Apsteins (1903) als auch nach Drivers (1905) Zähltabellen für die Monate Mai, August und November, wobei im Mai und August die Beltsee größere Zahlen aufwies als die östliche Ostsee und im November das Umgekehrte der Fall war. Dagegen fanden sich im Februar in beiden Jahren an den Stationen des Schnittes Schweden-Rügen (Stat. DO5 bis DO9) die Maxima von *Centropages*.

Die im vorstehenden eingehender behandelten Arten, *Acartia bifilosa* und *longiremis, Pseudocalanus, Oithona similis, Temora* und *Centropages hamatus* bildeten in den vorliegenden Fängen den Hauptbestandteil der Copepoden und sind gleichzeitig auch diejenigen Arten, die allen drei Gebieten (Ostsee, Kattegat und Nordsee) gemeinsam sind. Die andern Arten sind im Mittel mit nur weniger als 1% an der Gesamtzahl beteiligt und wurden nur an 2—6 Stationen von 16 untersuchten angetroffen. Zu den soeben zusammengestellten, allen drei Gebieten angehörenden Arten müssen, rein äußerlich betrachtet, noch *Microsetella atlantica* und *Calanus finmarchicus* gerechnet werden, da diese, allerdings in seltenen Fällen und nur außerordentlich spärlich, auch in der Ostsee sich vorfinden. So enthielten die Fänge von Station 2 und 7 der vorliegenden Fahrt je ein Exemplar von *Microsetella,* während *Calanus finmarchicus* nicht vorkam, der aber von Hensen (16) in den Jahren 1884—85 im Februar, März, Mai, Juni, September in einigen wenigen Exemplaren pro Fang gefunden wurde. Nach den Zählungen Apsteins und Drivers wurde *Calanus finmarchicus* in der Ostsee nicht beobachtet.

Die schon oben im Zusammenhang mit *Acartia longiremis* besprochene Art *A. bifilosa* wurde diesmal nur im Kattegat und in der Ostsee gefunden. Ihr Vorkommen in der Nordsee beschränkt sich sonst ausschließlich auf das Küstengebiet. Ähnlich verhält es sich mit *Eurytemora hirundo,* die im Kattegat am häufigsten war. Die an Station 11 in 1 Exemplar gefundene *Eurytemora*-Art wird wahrscheinlich eine Varietät von *affinis* sein. Doch stimmen die Abmessungen und Bedornungen nicht genau genug mit den Angaben Nordquist's (23) und den von Giesbrecht und Schmeil (12) angeführten überein, um mit Sicherheit eine Entscheidung zu ermöglichen.

Die übrigen Arten entfallen alle auf die Nordsee und sind einerseits vorzugsweise Tiefenbewohner und damit gleichzeitig an das starksalzhaltige Wasser (von 35‰ und mehr) gebunden wie *Euchaeta, Metridia, Microcalanus, Oithona plumifera* und andere größere *Calaniden* und *Centropagiden,* andererseits weniger oder gar nicht hiervon abhängig, wie *Centropages typicus* und *Acartia Clausi* [1]).

Diese Art hatte in der südöstlichen Nordsee ihre größte Verbreitung (Station 34—38). An den andern Stationen kam sie nur sehr spärlich vor, und zwar wurde sie an den nördlichen Stationen (23—28) und

[1]) Auch nach den andern Angaben in der Literatur, die bis 1898 von Aurivillius (3) gesammelt sind, und nach den Zusammenstellungen der Beobachtungen während der internationalen Terminfahrten 1902 bis 1905 (6) sind die Arten ebenfalls weder im Kattegat noch in der Ostsee gefunden worden (Ausnahme: *Acartia Clausi* vereinzelt im Kattegat). Dagegen führt Kuhlgatz (20) in seinen Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung *Acartia Clausi* selbst für den inneren Teil der Kieler Bucht an: „*Acartia Clausi* und *longiremis* sind zusammengezählt, da sich bei den meisten zunächst als *longiremis* gezählten Tieren erst nachträglich der Charakter als *Clausi* herausstellte." „Abweichungen in Gestalt von Übergangsformen waren nicht selten."

Ferner ist das Vorkommen von *Acartia Clausi* im Öresund (Kalkgrund) nach Aurivillius „Das Plankton des baltischen Meeres", zitiert von Kuhlgatz, aufgezeichnet.

Durch die Bearbeitung des mir vorliegenden Materials kann ich diese Angaben nicht bestätigen. Vielleicht liegt es daran, daß nach Kuhlgatz im März offenbar das Minimum für *Acartia Clausi* angetroffen wird, daß es also auch unwahrscheinlich ist, ein Exemplar zu finden. Leider bemerkte ich diese Angaben erst zu spät, als daß ich an anderem Material aus anderen Jahreszeiten mich von der Richtigkeit überzeugen konnte. Auch bedarf es noch einer eingehenderen Untersuchung über die von Kuhlgatz angeführten „Übergangsformen". Abweichungen von den bisher beschriebenen Arten konnte ich ebenfalls (s. S. 72 [44]) konstatieren.

den küstenfernen Stationen (30—32) nur in den horizontalen Oberflächenfängen angetroffen. Auch an Station 36 tritt eine Bevorzugung der Oberflächenschicht hervor (33—20 m: 31; 5—0 m: 210 pro 1 cbm Wasser), während an Station 37 einer Zahl von 91 Individuen pro 1 cbm in der 5—0 m-Schicht eine solche von 760 in der Wassersäule von 24—5 m gegenübersteht. Ein Grund für diese Verschiedenheit in der vertikalen Verteilung an diesen verhältnismäßig nahe beieinander gelegenen Stationen, läßt sich nicht erkennen.

Centropages typicus wurde nur zweimal (Station 21 und 24) in den Oberflächenfängen gefunden. Auch nach Apsteins Zählungen kam dieser Copepode in den Fängen mit dem mittleren Planktonnetz nur an wenigen Stationen und in geringer Anzahl vor, am häufigsten im November in der mittleren Nordsee (Station DN 4, DN 5, DN 6), und zwar besonders in den oberen Wasserschichten.

Es kann leider nicht meine Aufgabe sein, auf die andern selteneren Arten, die, wie oben erwähnt, vorzugsweise Tiefenbewohner sind, im einzelnen einzugehen, da sie sowohl in meinen Fängen (0,02—0,3 %) als auch in denen Apsteins meist in recht kleiner Zahl vertreten sind. Um ein sicheres Urteil über ihr Vorkommen zu gewinnen, würden ihrer spärlichen Verteilung entsprechend, Fänge mit größeren Netzen (dem großen Hensenschen Planktonnetz oder dem Brutnetz) bessere Dienste leisten.

Nur eine hierhin gehörende Art, *Microcalanus pusillus,* möchte ich noch besonders hervorheben, die einmal wegen ihrer Kleinheit für den quantitativen Fang mit dem weitmaschigen Brutnetz sich nicht eignen würde, andererseits aber bisher meist der Beobachtung entgangen ist.

Die Gattung *Microcalanus* wurde von Sars (26, p. 20) aufgestellt, und zwar zunächst für den auf Nansens Nordpolar-Expedition gefundenen und von Sars beschriebenen *Pseudocalanus pygmaeus* (27). Dieser Gattung *(Microc.)* fügte Sars 1903 (23, p. 156) *pusillus* als neue Spezies hinzu, eine im norwegischen Küstengebiet aufgefundene Form, die sich in einzelnen Punkten deutlich von der Polarform unterscheidet. Mrázek (22) glaubte unter den von ihm untersuchten arktischen Copepoden einen mit *Pseudocalanus pygmaeus* von Sars (1900, p. 27) identischen Copepoden beobachtet zu haben, der aber besonders in der Größe abweicht, die bei seinen Exemplaren meist 0,65—0,60 mm, ausnahmsweise 0,75 mm, betrug, während Sars (27) 0,86 mm für das Weibchen und 1,0 mm für das Männchen angibt. Mrázek vermutet entweder eine Varietät des Sars'schen oder aber eine neue Art vor sich zu haben. Vielleicht könnte sie identisch mit *pusillus* sein.

Außerdem bildet Mrázek das Rostrum (22, Tafel 5, Figur 3) abweichend von den von Sars (27, Pl. XXI) gegebenen Zeichnungen ab. Dieser Teil gleicht dem der von mir beobachteten Exemplare, so daß also anstatt der von Sars angeführten „usual small tentacular filaments" zwei breitere Spitzen sich befinden, die dem Körper ziemlich dicht anliegen und daher, wenn man den Copepoden von der Seite betrachtet, von den Basalgliedern der Antenne verdeckt werden.

In der Größe nähern sich die Angaben über meine Exemplare denen von Mrázek über *Pseudocalanus pygmaeus* und denen von Sars über *Microcalanus pusillus*, indem die Weibchen 0,60—0,65, die Männchen 0,71—0,77 mm maßen. Die Zugehörigkeit zur Gattung *Microcalanus* scheint mir hervorzugehen aus der Übereinstimmung in der Körperform, dem Fehlen des Außenranddornes am 1. Glied des Außenastes des 1. Schwimmfußes, dem Vorhandensein von 4 Fiederborsten am Innenast desselben Schwimmfußes und des auffallend langen und grob gesägten Enddornes am letzten Gliede des Außenastes der 2.—4. Schwimmfüße.

Wahrscheinlich liegt in meinen Fängen die Art *pusillus* vor, soweit ein Vergleich mit den Textangaben von Sars (21, p. 156) dies erkennen läßt, da 1. die Größe hinter der für *pygmaeus* von Sars angeführten zurückbleibt, 2. die 1. Antenne in zurückgebogener Lage nur eben bis hinter das Genitalsegment reicht, 3. das rechte Bein des fünften Beinpaars des Männchens nur etwa $^1/_3$ des linken beträgt, 4. das letzte Glied des Außenastes des 2.—4. Schwimmfußpaares verhältnismäßig breiter ist (Breite : Länge = 1 : $3^1/_2$, gegenüber = 1 : $4^1/_2$ bei *pygmaeus*) im Vergleich zu den Zeichnungen von Sars für *Pseudocalanus (Microcalanus) pygmaeus* (27, Plate XXI Fig. 14), 5. die Fundorte für die Identität mit der von Sars ebenfalls an der norwegischen Küste erbeuteten Art *pusillus* spricht.

Abweichend finde ich außer den schon erwähnten andersgestalteten Frontalanhängen den Enddorn am letzten Gliede des Außenastes des 2.—4. Schwimmfußpaares länger, als die Zeichnungen von Sars ihn darstellen. Die Ausmessungen der Glieder des Außenastes des 4. Schwimmfußpaares beim ♀ ergeben z. B.: 1. Glied 0,026 mm, 2. Glied 0,03 mm, 3. Glied 0,06 mm, Enddorn 0,13 mm, so daß dieser also etwas über

doppelt so lang ist wie das letzte (3.) Glied, während Sars sie kürzer als doppelt so lang zeichnet, sowohl für *pusillus* wie für *pygmaeus*.

Auch Giesbrecht fand eine *Pseudocalanus pygmaeus* ähnliche Art in dem Material der „Belgica"-Expedition (13, p. 20) aus antarktischem Gebiet, die etwas kleiner ist als die arktische Form und eine relativ kürzere Antenne besitzt.

Außer den Angaben von Sars (26, p. 157) über die Verbreitung von *Microcalanus pusillus* finden sich seit 1903 in den „Bulletins etc. etc." viele Aufzeichnungen über sein Vorkommen, das sich danach auf das norwegische Nordmeer (Westküste von Norwegen bis Island) und das Skagerrak beschränkt mit deutlicher Bevorzugung der tieferen Schichten. Doch hat die von Sars zunächst konstatierte obere Grenze des Vorkommens (150 fathoms = 270 m) an den untersuchten Terminfahrtsstationen nicht ausschließlich Gültigkeit, da selbst noch oberhalb 100 m *Microcalanus pusillus*, wenn auch spärlicher, angetroffen wurde.

In den vorliegenden Fängen fand er sich an Station 21, am Nordostrande der „Großen Fischerbank", in der Schicht 87—30 m (29 Individuen pro cbm) an Station 24, in der nördlichen Nordsee, (4800 unter 1 qm), und an Station 28, dicht an der norwegischen Westküste (16000 unter 1 qm), hier also am häufigsten; auch im Verhältnis zu den andern Copepoden desselben Fanges bildet er hier einen wesentlichen Bestandteil (21,3 %) der Copepoden-Fauna.

Tabelle A.

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Anmerkung: Über die Zeichen c, r, × siehe Seite 37. o № bedeutet: gezählt unter №.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	106	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
	Schizophyceae.																
1	Aphanizomenon flos aquae, Ralfs, (Fäden) . .			8200000	5250000	8000000											
2	„ „ „ „ , (Bündel) .		68800	57000	125000	200000											
3	Nodularia spumigena, Mert., (Fäden)	8000	6400	15200	r	r											
4	„ „ „ , (Knäuel) . . .				4000	13000											
	Chlorophyceae.																
5	Halosphaera viridis, Schmitz										5600		×			2000	
	Diatomeae.																
7	Actinoptychus undulatus, Ehbg.	40000					×	×	36000	×	160000	112000	r		r		r
8	Asterionella japonica, Cleve										280000	3488000	112000	14400000	r		448000000
11	Biddulphia aurita, Bréb.	311200	8000	×			12980000	15400000	31280000	736000	8000		×		×	160000	736000000
13	„ granulata, Roper	4800						560	6000		r						
14	„ mobiliensis, Gran	8000		4000	×			×	7200		r	r	r	r	16000		3800000
17	„ sinensis, Grev.	3200		×				×	16000	×	r	r	r	r	32000	r	×
18	Campylodiscus sp.	7200	×	24000					×								
20	Cerataulina Bergoni, Perag.						296000	720000	1600000	2184000		×	32000				120000
21	Chaetoceras atlanticum, Cleve										440000	448000	448000	3920000		30000	
22	„ boreale, Bail.	9920000					83760000	72960000	116560000	57280000	2936000	3080000	78400	25600000	2900000	20000	1200000
23	„ breve, Schütt	18560000	440000				37600000	100518000	40200000	35640000	32000000				r		
24	„ constrictum, Gran						10800000	36260000	29840000	36520000	12120000	68400000	320000	132800000	o. № 52 c		
25	„ contortum, Schütt						19520000	88480000	93000000	51600000	52856000	40000000	368000	27200000	o. № 52 c		360000
27	„ curvisetum, Cleve						×		480000	240000				160000	o. № 52 c		
28	„ danicum, Cleve		3280000	10400000	15224000	11344000	×	8000	2400000	×							
29	„ debile, Cleve	6620000	40000	440000			107872000	79760000	172650000	35800000	52760000	217360000	2600000	304000000	o. № 52 c	960000	50000000
30	„ „ , (Dauersporen)								×	24160000		r					c
31	„ decipiens, Cleve	7480000	28800				490904000	767200000	959920000	217600000	30728000	142400000	3542000	424000000	400000000	472000	9000000
32	„ densum, Cleve						344000	6240000	20160000	2824000	2272000	2496000	36000	×	160000		
33	„ diadema, Ehbg.	34000000	131560000				705464000	581312000	1165600000	148200000	603192000	42000000	920000	864001000	o. № 52 c		9000000
34	„ „ , (Dauersporen)						×	5320000	30000000	102000000		r	16000		800000		
36	„ holsaticum, Schütt	9180000		48600000	2254000	63680000	44720000	32480000	12000000	7200000							
37	„ „ , (Dauersporen) . . .							5408000	×	×							
38	„ laciniosum, Schütt		o. № 33	×			56920000	145042000	109520000	2040000	37808000	2392000 00	448000	1920000000	o. № 52 r	4200000	
39	„ „ , (Dauersporen) . . .						×	3940000	17600000	2360000	5200000	56800000		59200000			
40	„ preudocrinitum, Ostf.						7760000	33940000	44120000	10120000	2400000						
41	„ scolopendra, Cleve						22880000	31330000	78880000	75480000	21600000	38640000	2400000	16000000		2920000	1000000
42	„ Schütti, Cleve								×		r	1616000	2504000	12800000			
43	„ simile, Cleve						13664000	78480000	65720000	5240000	1424000	13200000	72000	38400000	o. № 52 r		
44	„ „ , (Dauersporen)							o. № 43 c	o. № 43 c	×							
45	„ sociale, Lauder						5235000000 ?	4800000000	3655000000	911640000	4800000	800000	r		o. № 52 c		
46	„ „ , (Dauersporen)								×	15200000							
47	„ subtile, Cleve		3200000	1600000	×		2592000	60000	×	1200000							
48	„ Wighami, Brightw.	15600000	53040000	38360000	818000	42400000	26240000	30504000	13960000								
49	„ Willei, Gran								o. № 42 ×		×	r	80000		o. № 52 ×		
50	„ teres, Cleve						16880000	40800000	63440000	1200000	1480000	184000	300000		r		2000000 (?)
51	„ „ , (Dauersporen)							5272000	11880000	3120000		112000		1600000			10000000 (?)
52	„ sp. sp.		6800000	2800000	160000		97120000	290480000	285720000	13840000	17200000	1600000			1360000000		
53	Coscinodiscus concinnus, W. Sm.	226400	10400				62400	16800	42200	17600	96000	51200	640	240000	176000	11200	180000 (?)
54	„ excentricus, Ehbg.										7200		4000	304000			3700000 (?)
55	„ oculus iridis, Ehbg.	288800	1600	×	800	×	5292000	67200	329000	103200	880000	232000	20000	320000	120000		×
56	„ radiatus, Ehbg.	348000		17600	1600		×	5200	103200	9600	43200	192000	32800	480000		43000	×
57	„ sp. sp.					2000000	440000	600000				64000	8000				
58	Coscinosira polychorda, Gran										1920000	2680000	24000	11200000	1200000		6000000 (?)
59	Ditylium Brightwelli, West								12800		40000	584000	×	32000000	7200000	r	100000 (?)
60	Eucampia zodiacus, Ehbg.											80000			r	1200000	
61	Guinardia flaccida, Castr.						15200	244000	580000	376000						r	60000 (?)
63	Lauderia borealis, Gran						2776000	1774400	3008000	808000	4672000	2984000		8000000	96000		1700000 (?)
64	„ glacialis (?), (Grun.) Gran										o. № 63	376000		o. № 63	1800000		
65	Leptocylindrus danicus, Cleve						2792000	4620000	29600000	5480000			104000				
*66	Paralia sulcata, (Ehbg.) Cleve	656000						×	9200 / 488000		1680000	×					×
67	Melosira sp. sp.	×	×			×	20800										

* Darunter auch Melosira Borreri, Grev.

Tabelle A. (Fortsetzung)

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	106	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
68	Navicula sp. sp.	80000				×	25100800	10264000	33120000	720000	13728000	7600000	×		1600000		×
70	Nitzschia seriata, Cleve						48072000	11644000	34600000	4200000	20400000	14480000	404000	10400000	1920000		
71	Pleurosigma sp. sp.	36000								×	r			r			
72	Rhizosolenia alata, Brightw.	2400						×			800000	968000	8000	4000000	560000	130000	
73	„ faeroeensis, Ostf.						5200000	5868000	13380000	4064000	376000	1240000	16000				
75	„ semispina, Hensen	116000					10372000	11632000	13240000	1730000	13840000	2024000	44000	r	2400000	1120000	300000(?)
76	„ setigera, Brightw.						(²) 20000	× (?)	(²) 176000	(²) 520000							
78	„ styliformis, Brightw.								2400	×	×	104000	106400	320000		184000	×
79	Sceletonema costatum, Grev.	22920000	18000000	42200000	6776000	11840000	6813200	312	38	72	21992000	44800000	1620000	75200000	17600000	300000(?)	1500000(?)
81	Thalassiosira baltica, (Grun.) Ostf.		23920000	42640000	13160000	82000000	1528000	1060000	1366000	86400							
84	„ gravida, Cleve						17720000	46008000	61290000	21040000	94608000	18920000	24000	136000000	4800000	336000	2000000(?)
86	„ Nordenskjöldi, Cleve						17958	10282	21400	2320	6720000	11864000	1600000	32000000	1872	60000(?)	64000000
87	„ sp. sp.											17264000	×	28800000	40000000		
88	Thalassiothrix longissima, Cleve										r	64000	25600	160000	r		
89	„ nitzschoides, Grun.	1000000	128000				87200000	15184	16132	3776	560000	2888000	2140000	1520000	16800000	20000	500000(?)
	Silicoflagellata.																
91	Dictyocha fibula, Ehbg.			×					×		×	104000		×	×		
92	Distephanus speculum, (Ehbg.) Haeck.	×					×	×	6400	×	×	196000		×	×		
	Peridiniales.																
94	Ceratium bucephalum, Cleve	×		¹) 2800					×		41600	54000	8000	44000		1600	
95	„ furca, Ehbg.	60560	1600	¹) 4000	¹) 8800		1600	2400	3200		513600	496000	62000	1680000	1500000	500000	r
96	„ fusus, Ehbg.	160000	1600	¹) 5600	¹) 6400		1600	×	45600	×	1043200	240000	67200	1516000	700000	355000	c
97	„ lineatum, Ehbg.								×	×	×	62000		344000	120000	2000	
98	„ longipes, Bail	107200	6400	¹) 4800	¹) 2400		1188000	650000	1167200	536000	671200	474000	40800	880000	400000	900000	×
99	„ macroceras, Ehbg.	10400	1600	¹) 13600	¹) 7200		1600	1600	24000	×	168800	198000	59200	300000	50000	60000	r
100	„ tripos, O. F. M.	²) 352000	²) 19200	¹)²) 64800	¹)²) 18000		115200	354000	592000	44000	1148000	808000	137000	1258000	600000	900000	r
101	Dinophysis acuminata, Jörg.						32000		12800	8800	32800	72000	4000	0,Mi02 ×	140000	r	
102	„ acuta, Ehbg.	×		¹) ×			57600	258400	256000	47200	192000	84000	r	128000	120000	54000	
103	„ norvegica, Clap. u. Lachm.										×	42000					
104	„ rotundata, Bergh.							48000	×		76000	112000		160000	400000	70000	
106	Goniaulax sp. (spinifera ?)										60000	92000		44000	140000	32000	
107	Peridinium catenatum, Levander				640	27200	56000										
108	„ conicum, Ostf. u. Schmidt							20000	48000		80000	48000	4000		600000	14600	
109	„ depressum, Bail	×		¹) ×			43200	99200	105600	24400	416000	224000	32000	184000	300000	110000	r
111	„ divergens, Ehbg.						6800	26400	62400	×	196800	54000	20000	200000	360000	15000	
113	„ ovatum, Pouchet			¹) ×			1760	800	76800	19200	472000	356000	42400	784000	1000000	67000	
114	„ pellucidum, (Brightw.) Schütt	×					42400	299600	344000	68000	84000	66000	12000	160000	184000		
115	„ pentagonum, Gran								12800		40000	22000		44000	r	×	
117	„ sp. sp.				36200	1600	31200	190400	216000	237600	132000	420000	12000	460000	3000000	40000	c
	Protozoa.																
120	Bodenforaminiferen	16000	×	×				×	10400		40000	r					r
122	Acantharia sp. sp.										×	r	7200	r	r		
128	Cyttarocylis denticulata, (Ehbg.)	×		×				×	12800	×	936000	140000		344000	784000	r	
129	„ „ v. cylindrica, Jörg.								16000		r	r	r		×		
131	Ptychocylis urnula, (Clap. u. Lachm.)	×					1800	9600	×	×	89600	14000		220000	664000	210000	r
132	Tintinnidium mucicola, (Clap. u. Lachm.)						60500	192000	83200	236000	112000	20000					
133	Tintinnopsis beroidea, Stein		20800	28400	83200	264000		×	×			14000					×
134	„ campanula, (Ehbg.)	13600		800		20000					r						
135	„ Lohmanni, Laackmann		3200	10000			7200	×									r
137	„ ventricosa, Dad.	701600	1384000	288000	28800	7200	75200	32800	35200	20000	28000					2000(?)	r
138	„ sp. sp.				44800	0,Mi33			×	×		×	8000				c
139	Tintinnus acuminatus, (Clap. u. Lachm.)						×				×	32000		×	r		
141	Cothurnia maritima, Ehbg.			52000	×	×											
	Coelenterata.																
142	Arachnactis bournei (?), Fowl.							80	144			240	80	16000	r	400	
144	Meduse craspedotae, sp. sp.	160					160	720	1040	400					80	80	80
145	„ „ iuv.										480	320			240		
146	Obelia sp.	80					80	400	1840	1040					4800	560	

(²) Zum größten Teil mit Sporen.
¹) Zum Teil abgestorben.
²) Forma baltica.

Tabelle A. (Schluß.)

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	106	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
	Echinodermata.																
148	Bipinnaria sp. sp.								80					r			9700
149	Echinopluteus sp. sp.						1920		240			11360	12480	14400	r		
150	Ophiopluteus sp. sp.						80	480	80	80	2880	1040	400	36000	640		
151	Pluteus sp. sp. iuv.											2640	×	140000			
	Vermes.																
155	Mitraria sp.						1600	240	240		16000	480		×	11200	480	
156	Polychaetae-larvae	6480	7200	2080	240		240	2320	7300	400		29200	800	20800	9600	2300	3300
159	Sagitta bipunctata, Quoy u. Gaim	80			160		800	1360	5680	320		240			80	80	
160	Nematodes sp. sp.	32000		9600					480							80	160
161	Rotatoria sp. sp.	160	2000	240				8700	20000	16560							140000(?)
163	Mastigocerca sp.	4800						o. № 164	4000								
	Bryozoa.																
164	Cyphonautes sp.	160					5520	3560	7600	80					r	160	1600
	Copepoda.																
165	Copepoda-ova (isoliert, unbestimmbar)	248000	360000	292000	122400	190800	227600	220800	372000	86400	224000	96000	30880	504000	121600	190000	156000
166	Centropages-ova	5040	15200	30400	7200	×	52000	54720	25600	19200	r					r	
167	Oithona- „	22400 / 172800	12800 / 86400		10400 / 32800		×	10160 / 121520	4750 / 78080	2320 / 24560	2080 / 20800	2480 / 19840	1120 / 7760	5600 / 62400	r	720 / 9000	×
168	Eiballen (große Eier)						×	240 / 1760	640 / 6320	1480 / 16560							
169	„ (kleine Eier)							80 / 720	×								
170	Copepoda-Nauplius	352000	248000	282000	300000	137000	380400	442400	588000	220000	545600	459200	78400	472000	184000	114000	273000
171	„ -iuv.	16000	26800	23760	5600	2000	61800	84200	90040	17300	25040	27000	3680	100000	34560	5000	109000
172	Acartia Clausi, Giesbr.										80	80					15400
173	„ bifilosa, Giesbr.	240	8160	11920	160	1600	21700	6960	1600	160							
174	„ longiremis, Lilljeb.	1840	7280	3440	3040	3200	8600	3520	5200	1840	1230	80		240	240	480	
175	Calanus finmarchicus, Grun.							80	o. № 171	80	400	400	80	4720	1440	o. № 171	o. № 171
176	Corycaeus anglicus, Lübb.																
177	Cyclopina sp. sp.							1440	2800		320		80	r			8800
178	Centropages hamatus, Lilljeb.	4160	1680	1760	1040	4800	800	480	560	80	80						
180	Harpacticidae sp. sp.	240		160					16000		1760	720		r	13200		10500
184	Microcalanus pusillus, G. O. Sars											1680		4800	16000		
185	Microsetella atlantica, Br. u. Kob.	80		80			240		640		80	2660	240	6400	720		
187	Oithona plumifera, Giesbr.										240	320		3200	240		
188	„ similis, Claus	68720	6560		34240		6080	32640	21200	3440	6160	11400	2480	108800	7200	7500	o. № 171 r
189	Paracalanus parvus, (Claus)	80						720	4560	80	3280	400	240	3200	160		7100
190	Pseudocalanus elongatus, Boeck	44800	8480	2000	4800	17600	19120	66800	29520	10960	3600	2160	80	14640	960	720	24100
191	Temora longicornis, O. F. M.	9600	2320	240	160	9600	5520	1680	1120	480	80	160	80	480	160	3000	9400
192	Eurytemora hirundo, Giesbr.					80	1840	80	240								
	Crustacea cetera.																
196	Cirripedia-larvae: Nauplius						8960	1360	6360	80	160	1760		80	17600		400
200	Decapoda-iuv.										240	160			1100		80
	Mollusca.																
205	Lamellibranchiata-larvae	1600			2560		7200	42800	55200	6400	57600(?)	104000	160	×	16000	72000	r
206	Limacina retroversa, Flem.	6400					7520	3630	24400	1040	3840	13680	2880	r	8000	8000	r
	Tunicata.																
208	Fritillaria borealis, Lohm.							1680	3280		1440	112000	320	1516000	124000	×	18000
209	Oikopleura dioica, Fol.										80	29300	640	880000	3200		
	Pisces.																
211	Teleostei-ova	80			480				80		12160	320					560
	Incertae sedis.																
213	Pterosphaera dictyon, (Jörg.) Ostf.								×	×	×				8000		
215	Sternhaarstatoblast, Hensen	5600	92800	656000	35200	10400	×	×	×								
218	Ovum hispidum, brachiolatum								16000	×	×	38000		64000	150000		

Anhang zu Tabelle A.

Außerdem wurde beobachtet:

(In Klammern hinter der Stationsnummer steht die Anzahl unter 1 qm.)

6. Pediastrum Boryanum, (Turp.) Ehrenb.: 7 (×); 11 (×).
9. Bacillaria paradoxa, Gmel.: 15 (×); 37 (800000).
10. Bellerochea malleus, (Brightw.): 2 (11200).
12. Biddulphia favus, (Ehbg.) v. Heurck: 2 (3200); 37 (r).
15. „ rhombus f. typica, (Ehrbg.) W. Sm.: 2 (8000); 37 (×).
16. „ „ „ trigona, Cleve: 2 (16800); 5 (×).
19. Ceratanlus turgidus, Ehbg.: 2 (3200); 14 (×).
26. Chaetoceras criophilum, Castr.: 15 (×); 19 (160000).
35. „ didymum, Ehbg.: 2 (o № 23); 19 (×).
62. Hyalodiscus stelliger, Bail: 14 (×); 21 (r).
69. Nitzschia closterium, (Ehbg.) W. Sm.: 28 (r); 32 (×).
74. Rhizosolenia fragillima, Bergon: 12 (×); 19 (×).
77. „ Shrubsolei, Perag.: 21 (20000); 23 (12000).
80. Streptotheca tamensis, Shrubs.: (37 (r).
82. Thalassiosira baltica (Auxosporen): 11 (48000).
83. „ decipiens, (Grun.): 24 (17600000); 28 (400000).
90. Surirella sp.: 2 (640000); 7 (×); 11 (×).
93. Ebria tripartita, Lemm.: 13 (×); 15 (×).
105. Glenodinium bipes, Paulsen: 32 (7000).
110. Peridinium depressum var. oceanica, Vanhöffen: 13 (×); 15 (×).
112. „ globulus, Stein: 19 (20000); 21 (64000); 28 (r).
116. „ Steini, Jörg.: 15 (×).
118. Prorocentron micans, Ehbg.: 28 (r).
119. Pyrophacus horologium, Stein: 14 (×).
121. Globigerina bulloides, (d'Orb.): 23 (r); 24 (×).
123. Acanthophracta sp. sp.: 19 (r); 24 (×); 28 (×).
124. Plagiacantha arachnoides, (Clap. u. Lachm.): 19 (×); 21 (r); 24 (r).
125. Plectellaria sp. sp.: 28 (r).
126. Challengeron diodon, Haeck.: 28 (×).
127. Noctiluca miliaris, Sur.: 37 (r).
130. Cyttarocylis helix, (Möb.): 2 (4800); 28 (×).
136. Tintinnopsis nucula, Fol.: 21 (**40000**); 24 (r); 37 (×).
140. Tintinnus subulatus, Ehbg.: 2 (5600); 14 (×).
143. Aglantha digitalis, O. F. M.: 24 (240).
147. Ctenophorae sp. sp.: 14 (160).
153. Anuraea cochlearis, Gosse: 14 (×).
154. Loven'sche Larve: 14 (5200).
157. Polychaeten-Larve (in Hülle): 21 (480); 37 (80).
158. Terebellidae-larvae: 21 (160).
162. Rotatoria-ova: 37 (**50000**).
179. Euchaeta norvegica, Boeck: 28 (o № 171).
181. Medridia longa, Lubb.: 23 (80); 28 (80).
182. „ lucens, Boeck: 21 (80); 24 (240); 28 (80).
183. „ sp. sp.: 14 (o № 171); 19 (240); 21 (480); 23 (240).
193. Amphipoda iuvenes: 24 (1500).
194. Bopyrus „ : 28 (80).
195. Cirripedia-larvae: Cypris: 7 (80); 28 (160); 37 (240).
197. Conchoecia sp. iuvenes: 28 (160).
199. Cumaceen sp.: 14 (1040).
201. Euphausidae-Nauplius: 24 (160); 28 (4500).
202. Evadne Nordmanni, Lovèn: 19 (80); 21 (320); 24 (160).
203. Podon Leuckarti, (G. O. Sars): 21 (80); 78 (80).
207. Opistobranchiata-larvae: 5 (160); 11 (×).
210. Oikopleura labradoriensis, Lohm.: 24 (1100).
212. Teleostei-larvae: 13 (80); 24 (480).
214. Pterosperma Möbiusi, (Jörg.) Ostf.: 23 (×); 28 (r).
216. Sternhaarstatoblast (leer): 7 (4000); 10 (3200).
217. Ovum hispidum problematicum, (Cleve) Lohm.: 11 (×).

Tabelle B. (Blatt 1.)

Anzahl der Organismen in den verschiedenen Tiefen, berechnet auf 1 cbm Wasser.

| Meeresgebiet | Ostsee, Station 2—11. | | | | | | | | | | | | Kattegat, Station 12—15. | | | | | | | | | | | | | | | | Nordsee, Station 17—38. | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle B. (Blatt 2.)

Anzahl der Organismen in den verschiedenen Tiefen, berechnet auf 1 cbm Wasser.

Laufende Nr. | Meeresgebiet | Station | Tiefe in Metern

Ostsee, Station 2—11.

2	5	7			10				11
31—5	5—0	21—5	5—0	43—35	35—5	5—0	93—80	80—40	40—5	5—0	106—5	5—0
3100											×	
1400												
90												
20000	4480000	175000	3040000	550000	345000	7350000	12300	8600	7800	1200000	16350	2160000
			1025000	1250000	1165000	533000	2638000	55850	80000	171500	640000	495000	6400000
6200	168000	3500	14000									
				×	×							
×												
1400	2500	100	×	) ×	) 130		430	40	) 20	) 160		
4000	11200	100	×		) 190		370		) 50			
3000	640	400			) 160	) ×	×		) 30	) 160		
340	320	100		) ×	) 450		250	) 60	) ×	) 320		
9200	22400	1000	640	2500	) 4300	1000	780	) 110	) 110	) ×		
×					×							
						130			370	2800		11200
×				) ×								
					) ×							
×	×											
								600	20	640		300
620				×	×	×						
×												
			300	3200	300		680	370	600	270	9000	1350	25600
							160					200	
			200		700		880						
26500	2700	85000	4800	30000	1300	2000	250	600	20	160		1400
							o.M im	o.M im	o.M im	o.M im	9000	o.M im	o.M 132
						10400				×	×	×	
	30												

Kattegat, Station 12—15.

12	13				14					15	
28—21	21—5	5—0	49—30	30—15	15—5	5—0	75—30	30—10	10 5	5—0	13—5	5—0
64000	1565000	2600		201000	416000	326000	7100	830000	1920000	1120000	×	144000
90000	2385000	1184000	4400	77000	926000	224000	22700	560000	4000000	480000	175000	560000
	325000	×	630	220000	64000	384000	440	2490000	1520000	1920000	88000	672000
800000	5615000	1664000	84000	1867000	1312000	1472000	44300	1440000	14480000	5840000	5450000	26000000
			) 4000				) ×		) 28800	) 6400	) 15000	) 80000
							55					×
20000	2330000	599040000	82000	10667000	27320000	3961000	483000	1372000	2560000	2078000	1340000	12320000
1217000	2333000	599040000	82000	10667000	27320000	3961000	483000	1372000	2560000	2078000	1340000	12320000
	×	306000	5300	21000	9	128000	2000	16400	128000	56000	800	12000
1740000	1000000	166000	9000	1056000	1000000	4000000	11000	1640000	3680000	1920000	580000	2480000
1177000	1033000	573000	56000	2667000	4096000	4196000	21000	4000000	22400000	4208000	300000	4160000
2970000	4860000	1472000	46000	1147000	3456000	1984000	65000	2000000	12960000	10720000	771000	6320000

Tabelle B. (Blatt 3.)

Anzahl der Organismen in den verschiedenen Tiefen, berechnet auf 1 cbm Wasser.

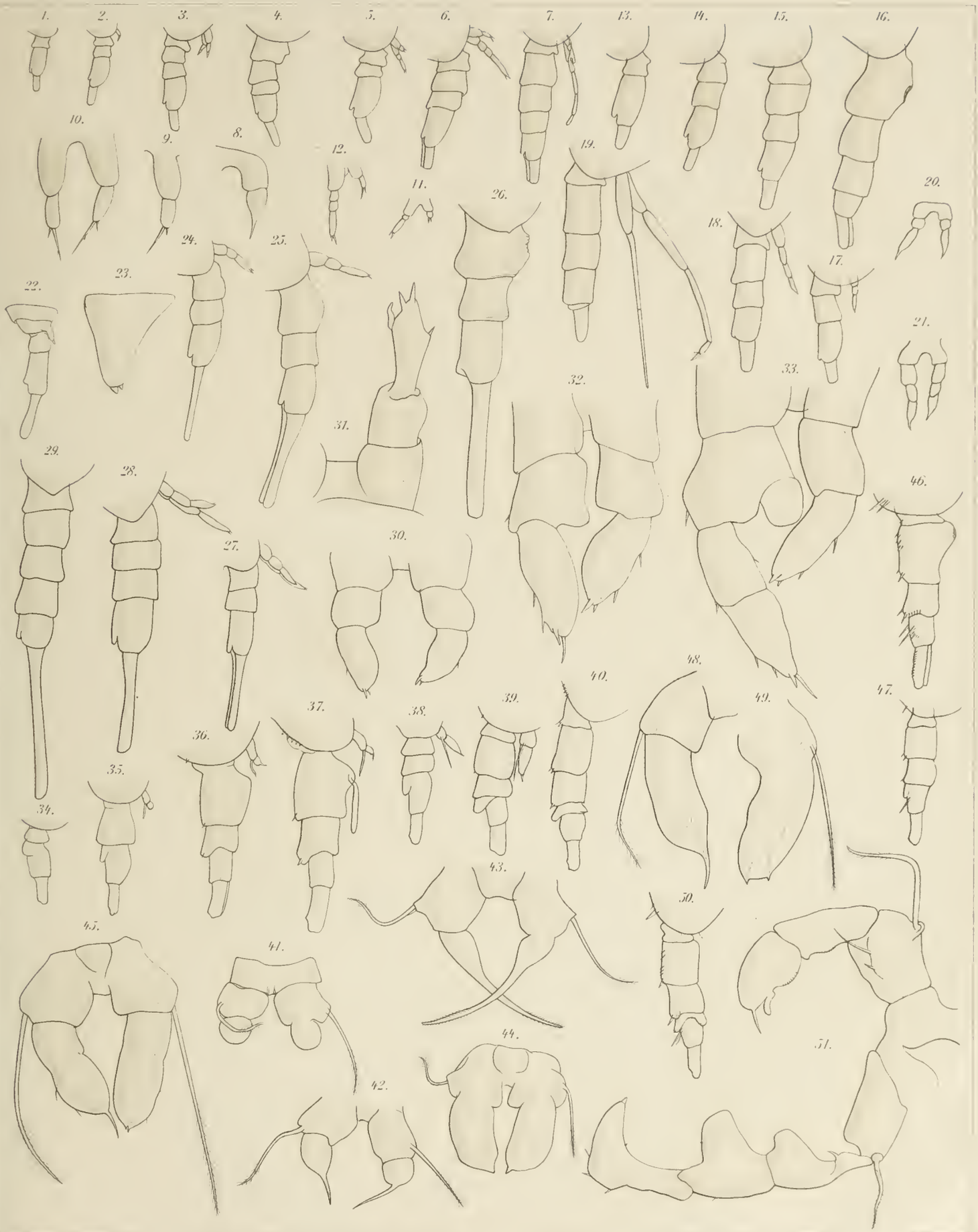
| Laufende Nr. | Meeresgebiet | Ostsee, Station 2—11. | | | | | | | | | | Kattegat, Station 12—15. | | | | | | | | | | | | Nordsee, Station 17—38. | | | | | | | | | | | |

Tabelle C.

Verteilung der verschiedenen Copepodit-Stadien, berechnet auf 1 cbm Wasser.

Lfd. Nr.	Station	12			13				14				15		19			20		21			23		24	28	30	32		36		37	
	Tiefe in Metern	28—21	21—5	5—0	49—30	30—15	15—5	5—0	75—30	30—10	10—5	5—0	13—5	5—0	191—75	75—5	5—0	40—5	5—0	87—30	30—5	5—0	107—5	5—0	109—0	238—0	5—0	42—5	5—0	33—20	5—0	24—5	5—0
1	Copepodit-Stadium I (sp. unbest.)		1760	1280	4		(1) 1440	5600		200	1600	1920	160	1120	4	57	(5) 32	230	144	(6) 25	10	64	2	16	70	51	(7) 64	20	80	300	750	1500	2760
2	„ - „ II „ „		220	1600	17	212		5000	29	160	1440	3200	200	900	0,7	42	(8) 64	92	80	(6) 34	13	48	8	16	42	24	(7) 48	22	64	240	460	840	1280
3	Acartia sp., Cop.-Stad. III	11	110		13					4	160	320		48			48		16							0,3			12	160	290	190
4	Acartia Clausi, Cop.-Stad. IV—V																													12	130	170	130
5	„ „ „ - „ ♀ VI																16	2				16								12	48	84	32
6	„ „ „ - „ ♂ VI																													6	32	500	32
7	Acartia longiremis, Cop.-Stad. IV—V		220	320	8	42	88	190		12	48	110		32			80								0,7	1						
8	„ „ „ - „ ♀ VI	23		640		5	24	96	2	8	16	190	30	48		7	16	5				16						32				
9	„ „ „ - „ ♂ VI	23						640				160	10												2			2	48		16		
10	Acartia bifilosa, Cop.-Stad. IV—V		440				16	640	2	4		110																				
11	„ „ „ - „ ♀ VI		5	2240				80				16	10																			
12	„ „ „ - „ ♂ VI	11	5	640																													
13	Calanus finmarchicus, Cop.-Stad. I													16		38		180	380	7	400	320	2	96	84	17	900	2	16	6		4	
14	„ „ „ - „ II									4						8	48	21	140	4	110	96	4		110	10	750	4		6		4	
15	„ „ „ - „ III												10			5	32	83	200	3	48		0,8		29	4	270						
16	„ „ „ - „ IV—V							16							0,7	5		32	96		6	32			40	5	16			6	16		
17	„ „ „ - „ VI																				3		0,8		2	1							
18	Centropages hamatus, Cop.-Stad. III																																
19	„ „ „ - „ IV—V									4				16		1																	
20	„ „ „ - „ ♀ VI	11					16	64			16																16						
21	„ „ „ - „ ♂ VI																																
22	Euchaeta norwegica, Cop.-Stad. III																									0,3							
23	Metridia sp., Cop.-Stad. III								2							1		2		6					0,7	1							
24	„ „ „ - „ IV—V															3		2	16	7	3		2		2								
25	„ longa, „ - „ ♀ VI																						0,8			0,3							
26	„ „ „ - „ ♂ VI																																
27	„ lucens, „ - „ ♀ VI																								0,7								
28	„ „ „ - „ ♂ VI																				3		0,8			0,3							
29	Microcalanus pusillus, Cop.-Stad. III—VI																																
30	„ „ „ - „ ♀ VI																			29					56	60							
31	„ „ „ - „ ♂ VI																																
32	Paracalanus parvus, Cop.-Stad. III								32	4					4	40				7									16	170		
33	„ „ „ - „ IV—V					21			(3) 72	(4) 48		32				42				6		16					16		6		(5) 250	(9) 130
34	„ „ „ - „ ♀ VI					16				4						2		2			16		0,8	16	28	1	32				84	
35	„ „ „ - „ ♂ VI					11			2	4			10			2																
36	Pseudocalanus elongat., Cop.-Stad. III		220					7360	11	100	960	1100	60	460		8	32	69	80	14	13		2		49	2	16	11		140		380	140
37	„ „ „ - „ ♀ IV—V		330		42	80	(2) 1040		7	68	340	370	80	540		3		12							35	1		4		81		340	160
38	„ „ „ - „ ♂ IV—V	46	110		4	27		1760	7	48	690	430	80	540		3		39	32		6				43	1		4	16	74		320	240
39	„ „ „ - „ ♀ VI	180	220	640	25	64	230	480	65	150	110	64	110	430		27		30	32		10		0,8		32	2		4		160		340	80
40	„ „ „ - „ ♂ VI	23	220		8	21	72	190	20	36	96	96	50	140		17		12	16						22	0,3		4		99		150	16
41	Temora longicornis, Cop.-Stad. I									44	240			96		6		46	16		6							9		31		500	
42	„ „ „ - „ II			320	8	3				28	160					5	32		32						3					81		250	
43	„ „ „ - „ III							1280			16	80	10						16										16	81		210	
44	„ „ „ - „ IV—V				8		8			16	16		40			1		25			3				4	1		15		74	16	380	
45	„ „ „ - „ ♀ VI	11	40	640	8	5	8	130	2		16		10					2		1			0,8		0,7			37	80	12		110	
46	„ „ „ - „ ♂ VI			320			24	48			16		10					2										11	48			4	
47	Eurytemora hirundo, Cop.-Stad. ♀ VI		5				8																										
48	„ „ „ - „ ♂ VI		10	320																													
49	Oithona similis, Cop.-Stad. I	228			46	106				480	o. № 1 u. 2	96	90			63		230	16	32	13		2	32	150	12		20	112	6	16		
50	„ „ „ - „ II	11	440		34	106			63	360			60			51		69		25	19	32	3	80	320	9	32	4	48			86	16
51	„ „ „ - „ III—V				17		240	3080		320	(10) 960		90	510	0,7		32	210		113	29		2	320	910	6	32	48	320	19	16		80
52	„ „ „ - „ ♀ VI		330		55	950			99			(10) 940			2	81		900			93	96	6			20	80	40	530	56	16	420	
53	„ „ „ - „ ♂ VI	68			13	11			2	40				32	0,7	2		9		8	6		0,8		42	2		2					

Anmerkungen:
1, meist Pseudocalanus
2, „ ♂
3, „ ♀ VI, darunter 9 ♂ IV—V
4, ♀ u. ♂ halb u. halb
5, meist Acartia
6, darunter wenige Metridia sp. I u. II
7, „ „ Pseudocalanus elong.
8, ♂ IV u. V doppelt so viel als ♀
9, 1/8 sind ♂
10, meist ♀



Zeichnung von F. Kraefft

Erklärung von Tafel I.

Fig. 1. *Paracalanus parvus,* (Claus), Copepodit-Stadium III
„ 2. „ „ „ „ „ ♀ IV
„ 3. „ „ „ „ „ ♀ V
„ 4. „ „ „ „ „ ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
„ 5. „ „ „ „ „ ♂ IV
„ 6. „ „ „ „ „ ♂ V
„ 7. „ „ „ „ „ ♂ VI
„ 8. „ „ „ 5. rechter Fuß von ♀ IV (zu Fig. 2)
„ 9. „ „ „ 5. „ „ „ ♀ V („ „ 3)
„ 10. „ „ „ 5. „ „ „ ♀ VI („ „ 4) } (Vergr. 425 : 1)
„ 11. „ „ „ 5. Beinpaar von ♂ IV, hintere Fläche (zu Fig. 5)
„ 12. „ „ „ 5. „ „ ♂ V, „ „ („ „ 6)
„ 13. *Pseudocalanus elongatus,* Boeck, Copepodit-Stadium III
„ 14. „ „ „ „ „ ♀ IV
„ 15. „ „ „ „ „ ♀ V
„ 16. „ „ „ „ „ ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
„ 17. „ „ „ „ „ ♂ IV
„ 18. „ „ „ „ „ ♂ V
„ 19. „ „ „ „ „ ♂ VI
„ 20. „ „ „ 5. Beinpaar von ♂ IV, hintere Fläche (zu Fig. 17) } (Vergr. 110 : 1)
„ 21. „ „ „ 5. „ „ ♂ V, „ „ („ „ 18)
„ 22. *Temora longicornis,* O. F. M., Copepodit-Stadium III, Abdomen (Vergr. 110 : 1)
„ 23. „ „ „ , Anlage des 5. Fußes auf Stad. III, hintere Fläche (zu Fig. 22), Vergr. 425 : 1
„ 24. „ „ „ , Copepodit-Stadium ♀ IV
„ 25. „ „ „ „ „ ♀ V
„ 26. „ „ „ „ „ ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
„ 27. „ „ „ „ „ ♂ IV
„ 28. „ „ „ „ „ ♂ V
„ 29. „ „ „ „ „ ♂ VI
„ 30. „ „ „ 5. Beinpaar von ♀ IV (zu Fig. 24), hintere Fläche
„ 31. „ „ „ 5. „ „ ♀ V („ „ 25), „ „
„ 32. „ „ „ 5. „ „ ♂ IV („ „ 27), „ „ } Vergr. 425 : 1
„ 33. „ „ „ 5. „ „ ♂ V („ „ 28), „ „
„ 34. *Acartia Clausi,* Giesbr., Copepodit-Stadium III
„ 35. „ „ „ „ „ ♀ IV
„ 36. „ „ „ „ „ ♀ V
„ 37. „ „ „ „ „ ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
„ 38. „ „ „ „ „ ♂ IV
„ 39. „ „ „ „ „ ♂ V
„ 40. „ „ „ „ „ ♂ VI
„ 41. „ „ „ 5. Beinpaar von ♀ IV (zu Fig. 35), hintere Fläche
„ 42. „ „ „ 5. „ „ ♀ V („ „ 36), „ „
„ 43. „ „ „ 5. „ „ ♀ VI („ „ 37), „ „ } Vergr. 425 : 1
„ 44. „ „ „ 5. „ „ ♂ IV („ „ 38), „ „
„ 45. „ „ „ 5. „ „ ♂ V („ „ 39), „ „
„ 46. *Acartia longiremis,* Lilljeb., Copepodit-Stadium ♀ VI } Abdomen, Vergr. 110 : 1
„ 47. „ „ „ „ „ ♂ V
„ 48. „ „ „ 5. linker Fuß von ♂ V } (zu Fig. 47), hintere Fläche, Vergr. 425 : 1
„ 49. „ „ „ 5. rechter „ „ ♂ V
„ 50. „ „ „ Copepodit-Stadium ♂ VI, Abdomen, Vergr. 110 : 1
„ 51. „ „ „ 5. Beinpaar von ♂ VI, hintere Fläche, Vergr. 425 : 1.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Apstein (1904): Die Schätzungsmethode in der Planktonforschung, in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 8, Kiel.
2. „ (1905): Das Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten, I. Teil (Volumina 1903), in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 9, Kiel.
3. Aurivillius (1898): Tiergeographische Untersuchungen im Skagerrak, in Svensk. Vet. Akad. Handl., Bd. 30.
4. Brandt (1897): Die Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht, in Verh. der deutschen zool. Gesellschaft, 7. Jahresvers. zu Kiel.
5. van Breemen (1905): Plankton van Noordzee en Zuiderzee, Leiden (Dissertat.).
6. (1906): Catalogues des espèces de plantes et d'animaux dans le Plankton recueilli pendant les expéditions périodiques depuis le mois d'août 1902 — jusqu'au mois de mai 1905, in Publications de circonstance Nr. 33, Copenhague.
7. Claus (1863): Die freilebenden Copepoden, Leipzig.
8. Damas (1905): Notes biologiques sur les Copépodes de la mer norvégienne, in Publications de circonstance Nr. 22, Copenhague.
9. Driver (1907): Das Ostsee-Plankton während der 4 deutschen Terminfahrten im Jahre 1905, in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 10, Kiel.
10. Giesbrecht (1881): Die freilebenden Copepoden der Kieler Föhrde, in IV. Jahresbericht der Kommission zur Unters. der deutschen Meere (1877—81), Berlin.
11. „ (1892): Pelagische Copepoden, XIX. Monographie in Fauna und Flora d. Golfes von Neapel.
12. „ u. Schmeil (1898): Copepoda in „Das Tierreich", 6. Lieferung, Berlin.
13. „ (1902): Voyage du „Belgica", Copepoden.
14. Gran (1902): Das Plankton des norwegischen Nordmeeres, in Report on Norweg. Fishery- and Marine-Investigations, Vol. II, Nr. 5, Bergen.
15. Grobben (1881): Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis, Goodsir; Wien.
16. Hensen (1886): Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, in V. Jahrb. d. Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere (1882—1886), Berlin.
17. „ (1891): Das Plankton der östlichen Ostsee, in VI. Jahresber. d. Komm. zur wissensch. Untersuch. d. deutschen Meere, (1887—91), Berlin.
18. Kraefft (1908): Über das Plankton der A-, B-, C-Stationen in der Elbmündung, in Mitt. d. deutschen Seefischerei-Vereins, Jahrg. 1908 Nr. 1, Berlin.
19. Krümmel (1903/04): Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung, in Veröff. d. Instituts für Meereskunde, Heft 4—6, Berlin.
20. Kuhlgatz (1898): Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung, in Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N. F. Bd. III, Kiel.
21. Lohmann (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton, in Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F. Bd. 10, Kiel.
22. Mrázek (1902): Arktische Copepoden, in Fauna arctica, II. Bd., Jena.
23. Nordquist (1888): Die Calaniden Finlands, Helsingfors.
24. Oberg (1906): Die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht, in Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F. Bd. 9, Kiel.
25. Ove Paulsen (1906): Studies on the biology of Calanus finmarchicus in the waters round Island, in Meddelser fra Kommission for Havundersøgeloer, Serie: Plankton Bd. I, Køpenhagen.
26. G. O. Sars (1900—03): An account of the Crustacea of Norway, Vol. IV.
27. „ (1900): Norwegian North-Polar-Expedition, Vol. I, Part V.
28. Timm (1896): Die Copepoden und Cladoceren, in Beiträge zur Fauna der südöstl. und östl. Nordsee und in Beiträge zur Meeresfauna von Helgoland, in Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland, N. F. Bd. I.

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeiner Teil.

Seite

a) Gewinnung und Bearbeitung des Materials . . . . . 31 [3]
b) Verteilung von Salzgehalt und Temperatur während der Fahrt . . . . . 37 [9]
c) Die Plankton-Volumina . . . . . 44 [16]
d) Die Verbreitung der wichtigsten Organismen . . . . . 47 [19]

II. Spezieller Teil: Die Copepoden.

a) Ergänzendes über die Entwicklung einiger freilebender Copepoden . . . . 65 [37]
b) Die quantitative Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstadien . . . . 79 [51]
c) Faunistisch-biologisches über Copepoden. . . . . 91 [63]

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 11.

Ist organisch gebundener Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden?

Von

Dr. E. Raben in Kiel.

Veranlaßt durch Arbeiten von Pütter, speziell eine Abhandlung, welche durch die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen veröffentlicht ist[1]) und in der die chemischen Methoden, nach denen er zu seinen unwahrscheinlichen Resultaten gekommen, angegeben sind, habe ich es unternommen, diese seine Methoden nachzuprüfen und werde in dieser Abhandlung über den Befund berichten.

Auf Grund der Schlußfolgerungen, die Pütter aus den von ihm gefundenen Zahlen zieht, ist es von größtem Interesse zu erfahren, ob Kohlenstoff in organischer Bindung und Stickstoff, nach Kjeldahls Verfahren bestimmt, in solchen Mengen im Meerwasser vorhanden sind, daß der Nachweis in einwandsfreier Weise geführt werden kann, dabei unberücksichtigt gelassen, ob ein nennenswerter Gehalt dieser Verbindungen direkt für die Ernährung der Wassertiere — wie es nach Pütters Anschauung der Fall — von Belang wäre.

Ich werde ganz besonders bei der Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs den Beweis liefern, daß der von Pütter durch seine Analysen gefundene zum größten Teil nicht aus dem Meerwasser stammt.

Eine ganze Anzahl Vorversuche war allein nötig, bevor es gelang die Apparatur, die Auswahl der Absorptions- und Trocken-Mittel so einzurichten, daß eine Oxydation auf nassem Wege mit bekannten Mengen einer organischen Verbindung in einer Chloridlösung befriedigende Resultate gab.

In seiner Arbeit über die Ernährung der Wassertiere[2]) sagt Pütter nach einigen einleitenden Bemerkungen über die „Hypothese“ der Ernährung dieser Tiere, nämlich ihre ernährungsphysiologische Abhängigkeit von den Algen: „Sobald nachgewiesen würde, daß das Meer in beträchtlicher Menge Nährstoffe in Lösung enthält, würde die ganze Ernährungsphysiologie der Meerestiere, ja generell der Wassertiere, einer gründlichen Revision unterzogen werden müssen“. Zu einer derartigen Revision meint er auf Grund seiner Untersuchungen einiges Material beibringen zu können und wir wollen untersuchen, ob ihm dieses auf Grund seiner ausgeführten Analysen gelungen ist.

Gefunden hat er in 1 Liter Seewasser[3]):

	Menge in mg	Kohlenstoffgehalt mg	
Kohlensäure	99	27	Mittel aus 12 Analysen.
Flüchtige Säuren	36	23	
Andere Stoffe (höhere Säuren, Kohlenwasserstoff usw.)	70	42	

[1]) Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Physikalische Klasse. Neue Folge Band VI, Nr. 1. „Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels“. Von August Pütter.

[2]) Abdruck aus der Zeitschrift für allgemeine Physiologie, herausgegeben von Dr. Max Verworn. Band VII, 2. und 3. Heft 1907, Seite 283. „Die Ernährung der Wassertiere“. 1. Der Kohlenstoffgehalt des Seewassers.

[3]) Abdruck aus der Zeitschrift für Allgemeine Physiologie. Herausgegeben von Dr. Max Verworn. Band VII, Heft 2 und 3, 1907. — „Der Stoffhaushalt des Meeres“, von August Pütter, Seite 328.

d. h. die Menge des Gesamtkohlenstoffs beträgt in 1 Liter Seewasser 92 mg, davon 65 mg organisch gebundenen Kohlenstoff. Das Wasser war aus dem Golf von Neapel entnommen, teils 3—4 km vom Lande entfernt über 50—70 m Tiefe auf der Secca di Chiaia, teils 1—2 km vom Lande gegenüber der Zoologischen Station, und zwar stets Oberflächenwasser.

Die Kohlenstoffbestimmung.

a) Die Bestimmung der Kohlensäure im Seewasser.

Gegen die Ausführung dieser Bestimmung ist bei Pütter nichts einzuwenden, nur arbeitet er mit einem Fehler von 2%, der nach meiner Erfahrung zu groß ist. Ich habe diese Analysen ebenfalls nach Fresenius und Classen[1]) ausgeführt und ich möchte hier schon hervorheben, daß die Bestimmung der im Meerwasser fertig gebildeten Kohlensäure mit der des Gesamtkohlenstoffs gleichzeitig vorgenommen werden muß.

Aus 8 Kontrollanalysen, die ich mit Kalkspat (reiner kohlensaurer Kalk), destilliertem Wasser und Salzsäure ausführte, habe ich einen durchschnittlichen Fehler von 0,2% erhalten.

Das destillierte Wasser und die Salzsäure wurden aber erst, jedes für sich, im kohlensäurefreien Luftstrom ausgekocht; durch den mit Kalkspat und so behandeltem Wasser beschickten Destillierapparat habe ich dann erst eine halbe Stunde kohlensäurefreie Luft durchgeleitet, um dann, nach Zugabe einiger ccm Salzsäure, die Analyse in Angriff zu nehmen. Es muß gut gekühlt und das Reaktionsgemisch nicht bis zum Sieden erhitzt werden; alsdann ist bei ziemlich lebhaftem Luftstrom, zumal ich Kohlensäuremengen gewählt, die den im Seewasser vorhandenen möglichst nahe kamen, die Analyse in einer Stunde beendet.

b) Die Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs im Seewasser.

Ganz richtig weist Pütter darauf hin, daß wir hier ohne weiteres auf die Methode der Kohlenstoffbestimmung auf nassem Wege nach Messinger[2]) hingewiesen werden. Diese besteht darin, irgendeine organische Verbindung, entweder fest, im Wasser gelöst oder suspendiert, mit Hilfe von chromsäurehaltiger Schwefelsäure[3]) zu Kohlensäure zu verbrennen, die dann wie bei gewöhnlichen Verbrennungen nach Liebig im Kaliapparat aufgefangen und gewichtsanalytisch bestimmt werden kann. Die Chromsäure gibt hierbei Sauerstoff in statu nascendi ab, welcher zur Oxydation dient, sie selbst wird zu Chromisalz reduziert:

$$4\ CrO_3 + 6\ H_2SO_4 = 6\ H_2O + 2\ Cr_2(SO_4)_3 + 3\ O_2.$$

Da wir nun die Verbrennung in Seewasser vornehmen, so entwickelt sich aus den Chloriden desselben mit Schwefelsäure und Kaliumpyrochromat eine größere Menge Chlor, doch nicht Chlor allein, wie Pütter meint, sondern im Zersetzungskolben gehen 4 Reaktionen nebeneinander vor sich.

I. Die Hauptreaktion, die Entwickelung von naszierendem Sauerstoff:

$$K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ H_2O + 3\ \mathbf{O}.$$

II. Die Bildung von Chromylchlorid:

$$K_2Cr_2O_7 + 4\ NaCl + 3\ H_2SO_4 = 2\ Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 3\ H_2O + \mathbf{2\ CrO_2Cl_2}.$$

III. Letzteres wird durch das vorhandene Wasser hydrolytisch gespalten:

$$CrO_2Cl_2 + 2\ H_2O = H_2CrO_4 + \mathbf{2\ HCl}$$

$$H_2O + CrO_3.$$

IV. Die Entwickelung des Chlors aus Salzsäure und Kaliumpyrochromat:

$$14\ HCl + K_2Cr_2O_7 = 2\ KCl + 7\ H_2O + 2\ CrCl_3 + \mathbf{6\ Cl}.$$

[1]) Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie von Dr. F. P. Treadwell. 3. Aufl., Bd. II, Seite 272. — Tiemann-Gärtners Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wässer. 4. Aufl., Seite 239. — Friedrich Mohrs Lehrbuch der chemisch-analytischen Titriermethode von Dr. A. Classen. 7. Aufl., Seite 640.

[2]) Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien von Prof. Dr. Lassar-Cohn. Allgemeiner Teil. 4. Aufl., 1906, Seite 292 und f.

[3]) Methoden zur Oxydation mittelst Chromsäure siehe außer Lassar-Cohn auch Tiemann-Gärtner, Seite 258 und f. — Analytische Chemie. Treadwell, Seite 287 und f. — Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse von Dr. R. Fresenius, Seite 420 und f.

Es muß also nicht allein dafür Sorge getragen werden, daß das Chlor unschädlich gemacht wird, sondern auch die Salzsäure — geschieht bei Pütter auch durch das Bleiacetat —.

Der Apparat, den Pütter gebraucht, ist folgendermaßen zusammengesetzt, und wir werden gleich sehen, welche Fehler er gemacht haben muß.

„Ein $^1/_2$ Literkolben mit seitlichem Stutzen am Halse ist durch einen Gummistopfen geschlossen usw." Hier muß unbedingt ein Glasschliff sein, da Gummi durch Chlor angegriffen wird. Auf diese Weise vorbereitete Gummipartikel fallen oder fließen in den Zersetzungskolben zurück und werden hier zu Kohlensäure oxydiert. (Erste Fehlerquelle.)

Nach einem aufsteigenden Kühlrohr folgen jetzt 2 Waschflaschen mit Bleiacetatlösung, die mit Essigsäure sauer gemacht ist, hier wird das Chlor gebunden; dann kommt das mit Kupferoxyd und Bleichromat gefüllte Glührohr, darauf eine Waschflasche mit Jodkaliumlösung (kohlensäurefrei?), um zu prüfen, ob kein Chlor mit übergeht; nun folgt Trocknung durch Schwefelsäure und Chlorcalcium, welches, um basisches Salz zu zerstören, vorher mit Kohlensäure gesättigt wurde; zum Schluß Absorptionsgefäß für die zu bestimmende Kohlensäure. Durch den ganzen Apparat wird ein Luftstrom gesogen.

Dieser Luftstrom hat den Zweck, das entwickelte Kohlendioxyd in das Absorptionsgefäß zu leiten und gelangt aus dem Verbrennungskolben zunächst in die essigsaure Bleiacetatlösung. Da Acetate leicht Essigsäure abspalten (Hydrolyse) und außerdem noch freie Essigsäure zugefügt wurde, die eine hohe Dampfspannung besitzt, so sättigt sich der Luftstrom mit Essigsäuredampf, der im Glührohr zu Kohlensäure und Wasser verbrennt (zweiter und Hauptfehler). Ist die Jodkaliumlösung, die nach dem Glührohr folgt, wie wenigstens nicht angegeben, auch nicht auf Kohlendioxyd geprüft, so könnte dasselbe durch saure Gase — in einem so kurzen Verbrennungsrohr (30 cm Länge) dürfte eine vollständige Oxydation der mitgerissenen Essigsäure nicht erfolgen — in Freiheit gesetzt werden und eine dritte Fehlerquelle ergeben. Aus demselben Grunde wäre es möglich, daß aus dem Chlorcalcium des jetzt folgenden Trockenrohres — das $CaCl_2$ war ja vorher mit Kohlensäure behandelt, um basisches Salz zu zerstören — CO_2 abgespalten würde, das alsdann im Kaliapparat oder Natronkalkrohr mit zur Wägung käme, was einen vierten Fehler zur Folge hätte. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn Pütter zu dem Schluß kommt, daß seine für Kohlenstoff gefundenen Zahlen Minimalwerte sind, denn er kann mit apodiktischer Gewißheit darauf rechnen, solange Kohlensäure zu finden, als er Essigsäure verbrennt. Auf einen weiteren Fehler will ich später zurückkommen, doch möchte ich jetzt erst meine Methode und ihre Anwendung beschreiben; voraus schicke ich, daß ich die Reagentien, die ich hierfür gebraucht, sorgfältig nach Dr. C. Krauch, Die Prüfung der chemischen Reagentien, 3. Auflage, geprüft und gut befunden habe, zumal blinde Versuche keinen Einwand erlaubten.

Der Zersetzungskolben aus jenenser Glas ist mit einem eingeschliffenen Scheidetrichter versehen, an dessen Abflußrohr, das, in eine Spitze ausgezogen, bis auf den Boden des Kolbens reicht, seitlich unter dem Hahn des Trichters ein kurzes Nebenrohr angeschmolzen ist, welches dazu dient, in bequemer Weise einen Luftstrom durch den Apparat leiten zu können. Dem Hals des Zersetzungskolbens ist seitlich ein schräg aufsteigendes Stück 30 cm langes Verbrennungsrohr angeschmolzen, das an seinem oberen Ende senkrecht nach unten gebogen ist, weil hier ein Gummistopfen gebraucht werden muß. Dieses Rohr enthält eine ca. 20 cm lange Schicht von Glaswolle[1]), die Pütter auch angebracht hatte. In das nach unten gebogene Ende kommt ein durchbohrter Gummistopfen — in diesem Falle einwandsfrei —, durch den ein gebogenes Glasrohr nach folgenden Apparaten führt. Zuerst eine Waschflasche, enthaltend eine schwefelsaure Jodkaliumlösung (20 gr Jodkalium + 50 gr Wasser + 5 gr Schwefelsäure); hier wird das Chlor gebunden, indem es eine äquivalente Menge Jod in Freiheit setzt, das sich in dem Überschuß von Jodkali

[1]) Siehe Lassar-Cohn. Arbeitsmethoden. Allgemeiner Teil, Seite 23 und 296. „Die Röhre, welche die Gase und Dämpfe aus dem Verbrennungskolben ableitet, wird nämlich während der Operation kaum lauwarm, so daß Kühlen mit Wasser nicht nötig ist. Wohl aber bemerkt man, daß, wenn gegen Ende der Operation die Temperatur stark gesteigert wird, feine Nebel nicht nur den Zersetzungskolben erfüllen, sondern auch bei einigermaßen lebhaftem Gasstrom den ganzen Apparat durchziehen. Diese Tröpfchen, welche aus den platzenden Flüssigkeitshäutchen der sehr kleinen aus der Schwefelsäure aufsteigenden Sauerstoffblasen entstehen, können nicht durch Kühlung entfernt werden, wohl aber sehr leicht und vollständig dadurch, daß man den Gasstrom durch eine etwa 10 cm lange Schicht von Glaswolle filtriert".

zu Jodjodkalium (KJ. J_2?) auflöst. Jod ist weniger flüchtig als Chlor, weshalb ich vorgezogen habe, letzteres gleich von Anfang an zu binden, damit es nicht weiter in den Apparat hineindringt. Die Spuren Joddampf, die infolge des Gasstroms die Waschflasche verlassen, werden vollständig in dem nun folgenden U-rohr, das metallisches Antimon enthält, als Antimontrijodid gebunden. Jetzt folgt eine Waschflasche, welche schwefelsaures Silber in schwefelsaurem Wasser suspendiert enthält, um übergehende Salzsäure unschädlich zu machen, worauf der Gasstrom 2 Trockenröhren, eine mit Schwefelsäure, eine mit glasiger Phosphorsäure (HPO_3) gefüllt, passieren muß. Die trockenen Gase treten nun in das Verbrennungsrohr, das mit Kupferoxyd und Bleichromat gefüllt ist, und hier werden unvollständige Oxydationsprodukte des Kohlenstoffs vollständig zu Kohlensäure oxydiert. Nun folgt wieder ein kleines U-rohr mit glasiger Phosphorsäure, das die letzten Spuren Feuchtigkeit zurückhält, und der Luftstrom tritt jetzt in den Kaliapparat nach Geißler, in welchem die Kohlensäure absorbiert und gewogen wird. Hieran schließt sich ein Sicherheitsrohr, gefüllt mit Natronkalk und Chlorkalcium, welches wiederum mit dem Aspirator in Verbindung steht. Die Luft, die dieser durch den ganzen Apparat saugt, ist der freien Atmosphäre entnommen und passierte, um Kohlensäure zu entfernen, einen Natronkalkturm und 2 Waschflaschen mit Kalilauge.

Sämtliche Glasapparate, zumal der Zersetzungskolben, sind vor dem Gebrauch mit heißer, reiner Schwefelsäure gereinigt, um jegliche Spur organischer Substanz zu entfernen; bei sämtlichen Glasschliffen und Glashahn des Scheidetrichters wurde als Dichtungsmittel ausschließlich syrupöse Phosphorsäure verwendet, um eine Berührung des Gasstroms mit Organischem zu vermeiden.

Nachdem ich dem Apparat, nach verschiedenen unbrauchbaren Analysen, diese Konstruktion gegeben hatte, prüfte ich die Sicherheit seines Funktionierens durch zehn Probeanalysen. Als organische Substanz verwandte ich einmal Weinsäure, sonst Harnstoff, beide in ganz geringen Mengen, um die Exaktheit der Methode genau beurteilen zu können.

Als Verdünnungsmittel wurde bei den ersten 5 Probeanalysen destilliertes Wasser genommen, bei den letzten eine 3,5 %ige Chlornatriumlösung, um tunlichst dieselben Bedingungen zu schaffen, wie sie bei der Analyse von Meerwasser auftreten.

In kurzem jetzt den Verlauf der Oxydation: 6 gr Kaliumpyrochromat in den Zersetzungskolben geben; Apparat schließen und 3 Stunden Luft durchleiten, um die Kohlensäure zu entfernen, bei angeheiztem Verbrennungsrohr; durch den Scheidetrichter die Lösung der organischen Substanz zulaufen lassen, nachdem vorher der Kaliapparat eingeschaltet; dann die Schwefelsäure (50 ccm) zugeben und den Inhalt des Zersetzungskolben allmählich anheizen, aber nicht bis zum Sieden; Dauer der Verbrennung 3½ Stunde; Kaliapparat wägen.

In folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Kontrollanalysen zusammengestellt:

A. Substanz + 6 gr $K_2Cr_2O_7$ + 50 cc H_2SO_4 + 100 cc **Destill-Wasser.**

Lfd. Nr.	Substanz	Menge in gr	Kohlenstoff Berechnet %	Kohlenstoff Gefunden %	Differenz in %	Dauer der Oxydation Stunden
1	Weinsäure	0,0934	32	30,53	— 1,47	2½
2	Harnstoff	0,0475	20	18,36	— 1,64	2½
3	„	0,0262	20	18,74	— 1,26	3½
4	„	0,0257	20	20,16	+ 0,16	3½
5	„	0,0240	20	19,80	— 0,20	3½

B. Substanz + 6 gr $K_2Cr_2O_7$ + 50 cc H_2SO_4 + 100 cc 3,5 % **Na Cl Lösung.**

Lfd. Nr.	Substanz	Menge in gr	Kohlenstoff Berechnet %	Kohlenstoff Gefunden %	Differenz in %	Dauer der Oxydation Stunden
1	Harnstoff	0,0243	20	22,22	+ 2,22	3½
2	„	0,0137	20	23,12	+ 3,12	3½
3	„	0,0141	20	21,41	+ 1,41	3½
4	„	0,0164	20	21,38	+ 1,38	3½
5	„	0,0160	20	21,20	+ 1,20	3½

Das sind Resultate, die, in Anbetracht der geringen zur Verbrennung gelangenden Substanzmengen, wohl ermutigen konnten, die Prüfung von Seewasser in Angriff zu nehmen.

Zuerst muß ich erwähnen, daß die zur Untersuchung gelangenden Meerwasserproben, — ihre Herstammung ist aus umstehender Tabelle ersichtlich — um suspendierte organische Substanz zu entfernen, durch ein ganz neues und wohlvorbereitetes Berckefeld-Filter filtriert sind und zwar ohne Anwendung von Druck; die Flaschen, in denen die Proben für die Analyse aufgehoben, waren mit heißer, reiner Schwefelsäure gereinigt.

Beide Apparate, sowohl der zur Bestimmung der fertig vorhandenen Kohlensäure dienende, als auch derjenige für die Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs, waren für die Ausführung der Analyse vorbereitet und wurden gleichzeitig beschickt. — Falls solche Differenzbestimmungen nämlich exakt ausgeführt werden sollen, ist es absolut nötig, die beiden Wasserproben, die für zwei verschiedene Analysen, wo der eine Faktor aber derselbe bleibt, in diesem Fall die fertig vorhandene, anorganisch gebundene Kohlensäure, gleichzeitig zu verarbeiten, da Erschütterungen und Temperaturschwankungen in kurzer Zeit Änderungen in der Menge der freien und halbgebundenen Kohlensäure herbeiführen. — Ob Pütter diese Vorsichtsmaßregel beachtet hat, habe ich aus seiner Darstellung nicht ersehen, und für die Art der Ausführung seiner Analysen — Gesamtkohlenstoff — wäre es allerdings auch ohne Belang gewesen.

Die erste Seewasserprobe, die ich untersuchte, stammte aus dem Skagerrak, und ich führe das Resultat derselben nicht in umstehender Tabelle an, weil bei dieser Probe ganz abnorme Verhältnisse vorliegen. Dieses Wasser (Oberfläche) ist während der August-Terminfahrt 1908 geschöpft und hat zum Teil für Chlorbestimmungen gedient; es war in unfiltriertem Zustande in nicht besonders gereinigten Selterwasserflaschen mit Gummiringverschluß aufgehoben und hat in diesem Zustande bis zum 20. Oktober 1908 bei Zimmertemperatur gestanden. Die Organismen sind in dieser Zeit natürlich abgestorben und ihre Leiber von dem Wasser ausgelaugt worden, so daß eine außergewöhnlich hohe Kohlenstoffzahl zu erwarten war, was sich denn auch bewahrheitet hat. Nach der Filtration durch ein Berckefeld-Filter führte ich die Analyse aus und fand pro Liter:

fertig vorhandene Kohlensäure . . . . . 89,5 Milligramm
Gesamtkohlensäure . . . . . 224,0 „

Differenz 134,5 mg CO_2 entsprechend 36,68 mg organisch gebundenem Kohlenstoff. Also in verfaultem Seewasser findet man nur etwas mehr als die Hälfte des von Pütter ermittelten Wertes, den er in frisch geschöpftem Wasser fand.

Zu umstehender Tabelle habe ich nur noch einige Daten hinzuzufügen. Das Wasser aus der Kieler Föhrde ist zwischen Bülck und Neu-Stein geschöpft, während das Ostseewasser während einer Fischereifahrt des „Poseidon“ entnommen ist; die Proben sind sofort nach dem Schöpfen, das mittelst eines Glashafens geschah, an Bord durch ein Berckefeld-Filter filtriert.

Lfd. Nr.	Herkunft der Wasserproben (nur Oberflächenwasser)	Datum	Vorhandene (anorganisch gebundene) Kohlensäure	Gesamt-Kohlensäure nach der Oxydation	Gibt Kohlensäure aus organischer Substanz	entsprechend organisch gebundener Kohlenstoff
			Milligramm im Liter			
		1908				
1	Kieler Föhrde	17. 10.	80	131	51	**13,9**
2	„ „ 2 Tage später analysiert		66	113	47	**12,8**
3	Kieler Föhrde	1. 11.	83	125	42	**11,4**
4	„ „ 2 Tage später analysiert		82	122	40	**10,9**
5	Ostseewasser Station XVII, Pos. 54° 31½′ N 10° 45′ O	26. 11.	86	97	11	**3,0**
6	dasselbe Wasser 2 Tage später untersucht		86	98	12	**3,2**

Die im Föhrdenwasser gefundenen Werte sind viermal so hoch, als die in der offenen See gefundenen, was wohl auf die Landnähe, auf die Anwesenheit der Flotte im Kriegshafen und auf die Zuflüsse von Schmutzwasser zurückzuführen ist.

Die im Ostseewasser ermittelten Zahlen finden ihre Bestätigung durch Analysen von Henze[1]) und man kann sich nur seiner Schlußfolgerung anschließen, wenn er sagt: „Soweit die neuen Anschauungen Pütters auf der eingangs erwähnten Grundlage basieren, entbehren dieselben meiner Erfahrung nach eines tatsächlichen experimentellen Beweises".

Wunderbarer Weise haben die Anschauungen Pütters, jedenfalls hauptsächlich, weil sie neu und ungewöhnlich sind, inzwischen kritiklosen Beifall gefunden[2]).

Es bleibt mir noch übrig ein paar kurze Bemerkungen zu seinen Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl und zu seiner Bestimmung der flüchtigen Säuren zu machen. Zuerst aber ein paar Worte wegen des Nachweises der Salpetersäure im Meerwasser, von der Pütter behauptet, daß dieselbe nicht mit Sicherheit nachgewiesen sei. Wenn die Brucin-Reaktion nur richtig angewendet wird, bekommt man immer Reaktion, hingegen versagt die Diphenylamin-Probe bei Seewasser vollständig, weil der auftretende blaue Farbstoff durch das sich in Strömen entwickelnde Salzsäuregas zerstört wird.

Über die Ausführung seiner Bestimmung des sogenannten Kjeldahl-Stickstoffs — Pütter hat, inklusive des fertig vorhandenen Ammoniaks 0,56 mg pro Liter gefunden — will ich mich nicht weiter auslassen, weil es mir nicht möglich war, derselben so gründlich nachzuforschen, wie es in diesem Falle nötig ist. Ich habe aus meinen, sonst als rein anzusprechenden Reagentien, 30 gr Schwefelsäure, 26 gr Natriumhydroxyd (aus Metall hergestellt) und 50 ccm destilliertem Wasser, bei der Destillation im Vogtherr'schen[3]) Apparat schon 0,48 mg Stickstoff mit Neßlers Reagens im Destillat nachweisen können, eine Menge, die eine Anwendung dieser Methode auf Meerwasser illusorisch macht. Wie man in diesem speziellen Falle vorzugehen hat, weiß ich noch nicht genau, nach meiner, vorläufig noch nicht begründeten Ansicht, dürfte wohl der Methode von Will und Varrentrapp der Vorzug zu geben sein, wenn man sich erst darüber im

[1]) Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, herausgegeben von Dr. E. F. W. Pflüger, Bd. 123, Seite 487, 1908. „Bemerkungen zu den Anschauungen Pütters über den Gehalt des Meeres an gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen und deren Bedeutung für den Stoffhaushalt des Meeres, von M. Henze, Neapel.

[2]) Als Beispiel sei angeführt: Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde (Neue Folge der Forschungsberichte a. d. Biolog. Station zu Plön), herausgegeben von Prof. Dr. O. Zacharias. Bd. IV, Heft 2. Stuttgart 1908, Seite 193 und f. „Die Pütter'schen Untersuchungen über die Nahrung der marinen Tiere und über den Stoffhaushalt des Meeres" von Dr. Max Wolff, Bromberg.

[3]) Lassar-Cohn. Arbeitsmethoden. Bestimmung des Stickstoffs nach der Methode von Kjeldahl, Seite 307 und f.

klaren ist, auf welche Weise man das Meerwasser einwandsfrei so eintrocknen kann, daß eine Verbrennung mit Natronkalk sich so ausführen läßt, daß man ganz sicher ist, fremde Quellen der Stickstoffaufnahme ausgeschlossen zu haben.

Jedenfalls halte ich mich für berechtigt, annehmen zu dürfen, daß auch der von Pütter gefundene Kjeldahl-Stickstoff aus seinen Reagentien stammt, zumal er seine Schwefelsäure nicht auf Ammonsalze[1]) geprüft zu haben scheint. Bezüglich des exakten Nachweises dieser Ammonverbindungen sind auch besondere Vorsichtsmaßregeln nötig[2]). Wenn man in freien Säuren geringe Mengen von Ammoniak nachweisen will, so ist dieses mittelst Neßlers Reagens nicht möglich, wenn man die Säuren durch kohlensaures Alkali übersättigt hat. Die halbgebundene Kohlensäure ist nämlich, gleichwie eine freie Säure, imstande, die Bildung von Tetramercurammoniumjodid zu verhindern. Die Säuren, die auf Ammonverbindungen geprüft werden sollen, müssen also mit einem möglichst kohlensäurefreien Ätzalkali übersättigt werden, worauf man mit Neßlers Reagens prüfen kann.

Bezüglich des Nachweises der flüchtigen Säuren ist aus seiner Darstellung nicht ersichtlich, in welcher Weise er die Trennung derselben von der Kohlensäure vollzogen hat, was doch sehr wesentlich ist. Überhaupt ist dies eine ganz schwierige Bestimmung und kann nach meiner Ansicht nur auf anderem Wege gelöst werden. Vielleicht, indem man größere Mengen (10—20 Liter) Seewasser stark alkalisch (Barythydrat?) macht und zur Trockene verdampft, mit Schwefelsäure ganz schwach sauer macht und nun mit Äther oder einem anderen Extraktionsmittel auszieht. Letzteres würde man im Vacuum verdunsten, den Rückstand in Wasser lösen oder suspendieren, mit Schwefelsäure ansäuern und etwa vorhandene flüchtige Säure mit Wasserdampf überdestillieren. Im Destillat wäre deren Menge alsdann mit $\frac{n}{10}$ oder $\frac{n}{100}$ Lauge zu titrieren. Ich denke, auf diesem angedeuteten Wege würde man zum Ziel kommen, doch müßten natürlich erst Probeanalysen gemacht werden, damit man eine sichere Unterlage hat.

[1]) Siehe Krauch. Die Prüfung der chemischen Reagentien auf Reinheit, Seite 346. Anmerkung. „Nach W. Gintl wurden in einer Acid. sulfuric. puriss. 5% Ammon gefunden".

[2]) Zeitschrift für analytische Chemie von Dr. R. Fresenius, 20. Jahrgang, 1881, Seite 225. „Über die Neßlersche Ammoniak-Reaktion von Th. Salzer".

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Hydrographische Abteil. Nr 6.

Bestimmung von Cl, SO_3 und σ_0 in den aus Kristiania eingesandten Kontrollproben.

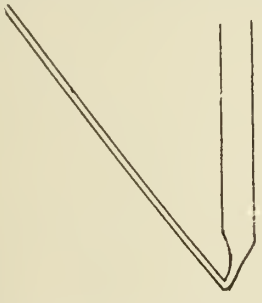
Von

Ernst Ruppin.

Es handelte sich um die Untersuchung von 14 Proben Seewasser, die in dunkelgrünen Glasflaschen, mit Gummistopfen verschlossen, eingeschickt worden waren. Die Gummistopfen waren doppelt durchbohrt, durch die eine Bohrung führte ein kurzes Glasrohr, das direkt unter dem Stopfen abgeschnitten war, durch das andere Loch führte ein Glasrohr bis zum Boden der Flasche. Oben waren beide Glasrohre durch einen Gummischlauch verbunden. Zur Entnahme der Probe wurde der Schlauch zerschnitten und an das Ende, das an dem kurzen Glasrohr befestigt war, wurde ein kleines Gummigebläse eingesetzt, an das andere Stück Gummischlauch wurde ein längeres Glasrohr angefügt. Die Gummienden wurden mit Quetschhähnen verschlossen.

Die Aufgabe war dahin gestellt, den Gehalt an Chlor und Schwefelsäure und das spezifische Gewicht bei 0 ° so genau als möglich zu bestimmen, mindestens aber so, daß Chlor und Schwefelsäure bis auf 0,01 ‰ genau bestimmt würde, das spezifische Gewicht bis auf 1 Einheit der 5. Dezimale.

Den Chlorgehalt mit der gewünschten Exaktheit festzustellen bietet keine Schwierigkeit nach der Methode, die S. P. L. Sörensen ausgearbeitet hat, d. h. 2 Analysen stimmen stets mindestens in der verlangten Weise überein. Das Schwierige an der Methode ist, die Titerflüssigkeit mit derselben Genauigkeit zu aichen. Es ist dazu erforderlich, ein Chlorkalium von fast absoluter Reinheit herzustellen. Da hierzu die technischen Einrichtungen des Laboratoriums nicht ausreichten, so wurde derart verfahren, daß das Normalwasser aus Kristiania $P_{3}\,Cl = 19{,}386$ als Urtitersubstanz angenommen wurde. Dadurch wurden sämtliche Analysen mit demselben Fehler behaftet, der in der Feststellung des Gehaltes des Normalwassers gelegen hat. Der Fehler ist aber überall der gleiche und beeinflußt nicht die relativen Werte. Er wird bei der bekannten Zuverlässigkeit des Zentrallaboratoriums die zulässige Grenze längst nicht erreicht haben. (Resultate Tabelle VII.) Das spezifische Gewicht wurde in Pyknometern bestimmt, wie sie in der amtlichen Anleitung zur Weinuntersuchung beschrieben werden. Sie sind aus Jenenser Glas 16III hergestellt worden und fassen 100 ccm. Der enge Teil des Halses hat einen Durchmesser von 1½ mm. Das Füllen der Pyknometer ebenso wie das Entleeren muß mittels Kapillaren geschehen, die man sich aus Glasröhren ausgezogen hat; zum Füllen in der gewöhnlichen geraden Form, zum Entleeren muß man die Kapillare in der Flamme umbiegen. Man muß dann durch die Kapillare vermittels eines Gebläses Luft in das umgekehrte Pyknometer blasen. Sie werden getrocknet, indem man mit der geraden Kapillare Luft durchsaugt, unter gleichzeitigem vorsichtigen Erhitzen. Sie werden erst am 3. Tage nach der Erwärmung benutzt, um die thermische Nachwirkung vorübergehen zu lassen. Zum Gebrauch werden die Pyknometer bis etwas über die Marke gefüllt, dann in Eis gestellt. Dort bleiben sie ca. 3 Stunden; dann wird die Flüssigkeit durch Absaugen mittels einer Kapillare genau auf die Marke eingestellt, der Hals mit Filtrierpapier getrocknet, der Glasstöpsel aufgesetzt und die Pyknometer mit einem glatten Leinentuche abgetrocknet. Darauf bleiben sie im Wagekasten stehen, bis sie die Temperatur der Umgebung angenommen haben. Bei jeder Wägung muß Barometerstand und Temperatur in der Wage notiert werden, wegen der Umrechnung auf den luftleeren Raum. Zum Auswiegen der Pyknometer mit destilliertem Wasser wurde Eis aus destilliertem Wasser, das mir von der Kieler Schloßbrauerei freundlichst aus besonders reinem Wasser hergestellt war, wofür ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche, in ein Weinhold-Dewarsches Gefäß gefüllt, in das die Pyknometer gestellt wurden, so daß das



Eis höher stand als die Flüssigkeit im Pyknometer. Das Weinhold-Gefäß war wiederum in einen mit Eis gefüllten Zinkblecheimer gestellt, der in einer mit Holzwolle gefüllten Kiste stand. Um eine möglichst große Variation der Nebenumstände bei einer Bestimmung zu erzielen, wurden die 4 oder 5 Bestimmungen des spezifischen Gewichtes einer Probe nicht auf einmal ausgeführt, sondern an mindestens 3 verschiedenen Tagen. (Resultate siehe Tabelle I.) Zu Nr. 13 ist zu bemerken: Bestimmung 1 und 2 sind gleichzeitig gemacht, die andern 3 Bestimmungen an 3 verschiedenen Tagen. Untereinander stimmen 1 und 3 überein und 2, 4, 5. Ich kann keinen Grund für die großen Differenzen anführen. Die größten Schwierigkeiten macht die Feststellung des Gehaltes an Sulfaten, die man lange Zeit für die einfachste analytische Bestimmung gehalten hat. Man bringt das Schwefelsäureion als Bariumsulfat zur Wägung. Es ist praktisch unlöslich in destilliertem Wasser $2^1/_2$ mg im Liter von 25° oder 1 Teil auf 400 000. Die Löslichkeit kann auf das Doppelte steigen, wenn die Korngröße der festen Teile abnorm gering ist; aber selbst diese vermehrte Löslichkeit würde keinen nennenswerten Einfluß auf die Richtigkeit des Ergebnisses ausüben können. Im Laufe der Zeit jedoch ist man zur Erkenntnis gekommen, daß dem schwefelsauren Baryt verschiedene sehr unangenehme Eigenschaften anhaften, die bei der Analyse störend wirken. Manchmal fällt das Bariumsulfat in einem derartig fein verteilten Zustande aus, daß es mit durch die Poren des Filters geht. Man kann diesen Übelstand vermeiden, wenn man in der Siedehitze fällt, oder die Fällung längere Zeit in der Hitze digeriert. Trotzdem kommt es hin und wieder vor, daß geringe Mengen mit durch das Filter gehen. Diese Quantitäten sind bisweilen so klein, daß sie sich der direkten Beobachtung entziehen, d. h. das Filtrat erscheint vollkommen klar, im Resultat verursachen sie aber doch einen Fehler, der die zulässige Grenze überschreitet, besonders wenn man genötigt war, mit kleinen Flüssigkeitsmengen zu arbeiten, da das spezifische Gewicht des Bariumsulfats sehr hoch, über 4, ist. Ferner aber adsorbiert der Niederschlag sowohl Sulfate als auch Chloride, die man nur schwer oder gar nicht daraus entfernen kann. Die Vorschrift in einem der modernsten und besten analytischen Bücher lautet dahin, daß man die schwach mit Salzsäure versetzte Lösung in der Siedehitze tropfenweise mit der gerade hinreichenden Menge kochender Chlorbariumlösung versetzen, nach dem Fällen noch etwas vom Chlorbarium zugeben und nach dem Absetzen und Erkalten filtrieren soll. Liegen reine Schwefelsäurelösungen vor, die sonst keine anderen Stoffe enthalten, so fällt das Bariumsulfat grob kristallinisch aus, läßt sich gut abfiltrieren und auswaschen und ist frei von Chlorbarium. In dieser Weise bin ich auch ungefähr vorgegangen. Gleichzeitig wollte ich eine noch höhere Genauigkeit erzielen und nach einer Methode verfahren, die der äußerst exakten Chlorbestimmung von S. P. L. Sörensen nachgebildet war. Das Wesen dieser Methode ist folgendes: Handelt es sich um die Bestimmung eines Körpers A, so wird dazu der ausfällende Körper B zugesetzt. Die Menge A sei der Menge B äquivalent. Man wendet nun einen geringen Überschuß von $B = \beta$ an, filtriert vom entstandenen Niederschlag AB ab und bestimmt im Filtrat β durch eine bekannte Lösung von A oder durch Fällung mit A. Voraussetzung für das Gelingen des Verfahrens ist, daß man den Gehalt der Lösung B sehr genau feststellen kann. Wenn z. B. der Gehalt an B absolut genau bekannt ist, und man im allgemeinen bei der Bestimmung des Körpers A als AB einen Fehler von 1% macht, so wird jetzt der Fehler auf 0,01% herabgedrückt, wenn $\beta = \frac{B}{100}$ ist. Der Gehalt einer Chlorbariumlösung (B) läßt sich durch Abdampfen mit Schwefelsäure fast absolut feststellen. Die Vorbedingungen für das Gelingen der Arbeit mit großer Genauigkeit schienen also gegeben zu sein. Den Gang der Analyse habe ich demnach wie folgt gestaltet. Es wurde zunächst eine vorläufige Schwefelsäurebestimmung in der Probe gemacht. Dann wurden 250 ccm Meerwasser genau abgewogen und auf ca. 400 ccm verdünnt. Dazu wurde $^1/_2$ ccm rauchende Salzsäure gegeben. Von einer ca. 5% Chlorbariumlösung, deren Gehalt genau bestimmt war, wurde soviel abgewogen, daß ca. 5% Chlorbarium überschüssig war; diese Lösung wurde auf ca. 100 ccm verdünnt. Beide Lösungen wurden nun bis zum Sieden erhitzt, die Flammen entfernt und die Chlorbariumlösung in dünnem Strahle zum Meerwasser gegeben; was am Glase anhaftete, wurde mit der Spritzflasche nachgespült und umgerührt. Darauf blieb die Fällung bis zum andern Morgen stehen bei Zimmertemperatur. Hierauf wurde 4 mal mit siedendem Wasser dekantiert und auf dem Filter ausgewaschen. Das Filter mit Niederschlag wurde getrocknet und getrennt verascht und gewogen. Filtrat- und Waschwasser wurden bis zum ursprünglichen Volumen auf dem Wasserbad eingeengt, filtriert und mit Schwefelsäure gefällt. Auf dem Filter war, wie

ich mich durch wiederholtes Veraschen überzeugt habe, kein nachträglich ausgeschiedenes Bariumsulfat nachzuweisen. Die 2. Fällung wurde wie die erste behandelt. Leider fand ich erst nachträglich, daß schon Dittmar[1]) vergeblich versucht hatte, auf diesem Wege größere Genauigkeit zu erzielen. Zahlen für seine Versuche hat er nicht angeführt. Bei der Berechnung der Analysen stellte sich heraus, daß ich sowohl wenn ich von der direkten Fällung ausging, als auch wenn ich die 2. Fällung von der angewandten Barytmenge abzog, ca. 1% weniger fand als Dittmar, bei der Berechnung aus der Differenz aber stets weniger als auf dem direkten Wege. Die Summe der Bariumsulfatmengen war immer größer, als dem angewendeten Chlorbarium entsprach, oder anders ausgedrückt, wenn man von der dem zugesetzten Chlorbarium äquivalenten Menge Bariumsulfat das im Filtrat gefundene abzog, erhielt man auch zu wenig. Ein solches Verhalten läßt sich nur auf eine Weise erklären. Im ersten Niederschlag waren noch andere Sulfate vorhanden als das des Bariums, es war also nicht alle Schwefelsäure als Bariumsulfat vorhanden, sondern zum Teil an andere Basen gebunden. Infolgedessen mußte der Niederschlag zu leicht sein, da dem Atomgewicht des Bariums von 137 nur 40 Calcium oder 46 Na_2 entspricht. Da im Hauptniederschlag zu wenig Barium vorhanden war, mußte im Filtrat davon zuviel sein; also konnte auch durch die Differenzbestimmung kein richtiges Resultat gefunden werden. Die Annahme, daß im Hauptniederschlag andere Sulfate zugegen waren, wird gestützt durch folgenden Versuch: Kocht man den geglühten Niederschlag mit verdünnter Salzsäure aus, so erhält man mit $BaCl_2$ einen Niederschlag (Anwesenheit von löslichen Sulfaten) und auch mit oxalsaurem Ammon nach Neutralisation durch Ammoniak (Anwesenheit von Calcium). Ich habe nun versucht, auf Grund folgender Überlegungen eine Korrektur an den direkt gefundenen Werten anzubringen. Für die im Hauptniederschlag vorhanden gewesene Menge Kalksulfat muß im Filtrat die äquivalente Menge schwefelsaurer Baryt zuviel gefunden werden. Es sei a die dem zugesetzten Chlorbarium entsprechende Menge $BaSO_4$, b die durch $CaSO_4$ verunreinigte als Summe des 1. und 2. Niederschlags gefundene Menge. Dann ist im Hauptniederschlag die Menge (b−a) $CaSO_4$ vorhanden. Wenn sie durch $BaSO_4$ ersetzt wäre, so müßte der Hauptniederschlag um

$$\frac{(b-a)\ (\text{Molekulargewicht } BaSO_4 - \text{Molekulargewicht } CaSO_4)}{\text{Molekulargewicht } CaSO_4}$$

mehr wiegen; setzen wir b—a = d, so haben wir $\frac{d \cdot 97{,}3}{136{,}16}$.

Um diese Größe sind alle direkt gefundenen $BaSO_4$-Gewichte zu vermehren. Betrachtet man das mitgerissene Sulfat nicht als Kalksalz, sondern als Natriumsalz, so wird die Korrektur $\frac{d \cdot 91{,}30}{142{,}16}$.

Sie ist um 10% niedriger als die andere, das macht aber auf die Gesamtsumme nur 1‰ des Wertes aus. (Tab. II.) Man kann übrigens noch auf Grund einer anderen Betrachtungsweise eine Korrektur einführen. Man bezeichne mit d wieder die Differenz der wirklich gefundenen $BaSO_4$-Summe und der aus dem Chlorbariumzusatz zu erwartenden Menge. D sei die Differenz der zu erwartenden Menge und der im Filtrat gefundenen Menge. D sollte der vorhandenen Menge Schwefelsäure äquivalent sein. In dieser Menge D ist d $CaSO_4$ vorhanden, es muß also im Filtrat eine Quantität $BaSO_4$ zuviel gefunden werden, die dem $CaSO_4$ = d gleichwertig ist, sie beträgt $\frac{d \cdot BaSO_4}{CaSO_4} = d \cdot \frac{233{,}46}{136{,}16}$.

Der richtige Wert für den $BaSO_4$-Niederschlag ist demnach $D + d \cdot \frac{233{,}46}{136{,}16}$.

Führt man die Rechnung durch, so kommt man zu denselben Werten wie oben. Ich glaube hierin auch ein Zeichen zu sehen, daß die Einführung der Korrektion wohl begründet ist.

[2]) Wie schon oben erwähnt, wird in den Lehrbüchern der analytischen Chemie [3]) ein etwas anderes Verfahren vorgeschrieben. Dort wird verlangt, daß man die siedende, schwach saure Lösung tropfenweise

[1]) Reports of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger. 1873—76. Physics and Chemistry. Vol. I.
[2]) Das Folgende ist aus Chemiker-Zeitung 1909, S. 17.
[3]) Treadwell, Lehrbuch der analytischen Chemie, 3. Aufl. 1905, Seite 339.

mit verdünnter Chlorbariumlösung versetzen soll. Treadwell selbst erwartet nach diesem Verfahren Resultate, die zu hoch ausfallen, denn er schreibt vor, die geglühten Niederschläge wiederholt mit saurem Wasser auszuziehen, um etwa mitgerissene Chloride zu entfernen.

Ich hatte, wie schon bemerkt, bei den Schwefelsäurebestimmungen im Meerwasser niemals zu hohe, sondern stets zu niedere Werte erhalten, sogar bei der Analyse von reinem schwefelsaurem Kali. Als Beispiel, um wieviel zu wenig man nach dieser Methode im Meerwasser finden kann, gebe ich folgende Zahlen. Zu reinem schwefelsaurem Kali (das Präparat pro Analyse Merck war noch einmal umkristallisiert worden und dann mehrere Stunden schwach geglüht) wurden 2—300 ccm künstliches sulfatfreies Meerwasser zugesetzt. Es enthielt im Liter 27 g Chlornatrium, 5,5 g wasserfreies Chlormagnesium und 1,3 g wasserfreies Chlorcalcium [1]). Dann wurde angesäuert und mit 5%iger Chlorbariumlösung in der Siedehitze tropfenweise gefällt.

Abgewogen: 1,2705 g K_2SO_4, gefunden 1,6412 g $BaSO_4$ statt 1,7011 g $BaSO_4$ = 96,48%
0,8267 „ „ „ „ 1,0640 „ „ „ „ 1,1069 „ „ „ = 96,12%.

In den Niederschlägen war durch Auskochen mit verdünnter Salzsäure lösliche SO_4 und Ca nachzuweisen. Die mit in den Niederschlag gerissenen andern Sulfate sind nur sehr schwer oder gar nicht daraus zu entfernen, wie folgender Versuch zeigt. Ich habe den Niederschlag durch tropfenweisen Zusatz von 10%iger Chlorbariumlösung erzeugt und dann, statt einfach zu dekantieren, 4 mal mit je 100 ccm Wasser, dem etwas Chlorbarium zugesetzt war, 1/4 Stunde ausgekocht.

1,6543 g K_2SO_4 gaben 2,1830 g $BaSO_4$ statt 2,215 = 98,56%.

Der Fehler ist geringer wie oben, aber noch immer ziemlich groß. Ungefähr ebenso groß wie hier, allerdings nach der anderen Richtung liegend, ist auch nur der Fehler, wenn man mit Chlorbariumlösung auf einmal im Überschuß fällt, wie folgendes zeigt:

0,8098 g K_2SO_4 mit 25 ccm 10%iger Chlorbariumlösung auf einmal in der Siedehitze gefällt
gaben 1,0971 g $BaSO_4$ statt 1,0843 g $BaSO_4$ = 101,18%.

Schon Otto Folin [2]) hatte einen ungünstigen Einfluß von Kalium konstatiert. Hintz und Weber [3]) stellen denselben Fehler bei der Anwesenheit von Natrium und Ammonium fest. Gleichzeitig lehren sie für die Pyritanalyse den Fehler umgehen, dadurch, daß sie die Chlorbariumlösung in bestimmter Verdünnung im Überschuß (25—30%) unter Umrühren auf einmal zusetzen. Daß man bei diesem Verfahren richtige Werte erhält, wird von G. Lunge und R. Stierlin [4]) bestätigt. Schon Hintz und Weber weisen in ihrer Arbeit darauf hin, daß es sich hier um den Ausgleich der Fehler handelt. Durch tropfenweises Fällen findet man zu wenig, weil minder schwere Sulfate mit ausfallen; setzt man Chlorbariumlösung auf einmal im Überschuß zu, so wird von diesem etwas in den Niederschlag übergehen. Wenn jeder Fehler ziemlich konstant auftritt, bei gleichmäßiger Arbeitsweise, muß man eine derartige finden können, daß die Fehler sich gerade kompensieren. Die Methode ist dann je nach Anwesenheit und Konzentration der vorhandenen Salze zu modifizieren, bezw. es ist nachzuweisen, daß sie auch für den vorliegenden Fall zu richtigen Werten führt. Daß die Richtigkeit der Ergebnisse nach der Methode Hintz und Weber auf dem Ausgleich zweier Fehler beruht, geht daraus hervor, daß sie selber in allen ihren Niederschlägen Chlorbarium gefunden haben, derart, daß die rohen Ergebnisse die richtigen Schwefelsäuremengen errechnen ließen, während die Befunde nach der Reinigung zu niedrig waren.

Auch für das oben erwähnte künstliche Meerwasser erhält man nach Hintz und Weber richtige Werte. Ich habe dabei den Überschuß an Chlorbarium etwas größer genommen, etwa 50%, habe dann 4 mal mit kochendem Wasser dekantiert und wie üblich ausgewaschen.

1,0208 g K_2SO_4 gaben 1,3629 g statt 1,3668 $BaSO_4$ = 99,72%
1,0900 „ „ „ „ 1,4573 „ „ 1,4594 „ „ = 99,86%
1,1661 „ „ „ „ 1,5595 „ „ 1,5612 „ „ = 99,87%.

[1]) In allen folgenden Analysen ist die angegebene Menge K_2SO_4 in 250 ccm dieses künstlichen Meerwassers gelöst worden.
[2]) Journ. of Biolog. Chem. Bd. 1, S. 139, zitiert nach Chem. Zentralblatt 1906, Bd. 1, S. 872.
[3]) Zeitschr. für anal. Chemie 1906, Bd. 45, S. 31—44.
[4]) Zeitschr. für angew. Chemie, Bd. 18, S. 1321, nach Chem. Zentralblatt 1906, Bd. 1, S. 594.

Da ich die Beobachtung gemacht hatte, daß sich Chlorbarium, das in den Niederschlag mitgerissen war, verhältnismäßig leicht durch Kochen mit angesäuertem Wasser entfernen läßt, habe ich noch folgende Versuche angestellt, aus denen man unter anderem auch sieht, daß die nach Hintz und Weber erhaltenen Niederschläge nicht reines $Ba\,SO_4$ sind. Es wurde nach Hintz und Weber gefällt, dann, statt zu dekantieren, 4 mal je $^1/_4$ Stunde mit etwa 100 ccm Wasser gekocht.

1,0050 g $K_2\,SO_4$ gaben 1,3387 g $Ba\,SO_4$ statt 1,3456 = 99,49 %.

Ungefähr dasselbe Resultat erhält man, wenn man nicht mit verdünnter, sondern mit 10%iger Lösung fällt und, statt zu dekantieren, wie eben erwähnt verfährt.

1,0257 g $K_2\,SO_4$ gaben 1,3686 statt 1,3733 $Ba\,SO_4$ = 99,66 %.

Tabelle I.

Nr. 1. Bottnischer Busen, F 8, Oberflächenwasser, Flasche 62.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,002758 2753 2762 2761 2754.

Mittel σ_0 = 2,7576. Größte Abweichung vom Mittel +0,0044 −0,0046.

Nr. 2. Bottnischer Busen, F 26, 100 m, Flasche 39.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,004726 4723 4715 4710 4733.

Mittel σ_0 = 4,7214. Größte Abweichung vom Mittel +0,0116 −0,0114.

Nr. 3a. Skagerak, 60 m, Flasche 81.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,027990 27986 27991 27987 27992.

Mittel σ_0 = 27,989. Größte Abweichung vom Mittel +0,003 −0,003.

Nr. 3b. Skagerak, 620 m, Flasche 38.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,028268 28276 28275 28262 28272.

Mittel σ_0 = 28,2706. Größte Abweichung vom Mittel +0,0084 −0,0054.

Nr. 4. Nordmeer, 1000 m, Michael Sars-Station 308, Flasche 57.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,028071 28073 28075 28071.

Mittel σ_0 = 28,0725. Größte Abweichung vom Mittel +0,0025 −0,0015.

Nr. 6. Atlantisches Wasser, Michael Sars-Station 310, Flasche 69.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,028397 28386 28397 28384 28405.

Mittel σ_0 = 28,394. Größte Abweichung vom Mittel +0,011 −0,010.

Nr. 8. Ostgrönlandstrom, Oberflächenwasser, Flasche 52.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,027636 27635 27637 27636 27638.

Mittel σ_0 = 27,6364. Größte Abweichung vom Mittel +0,0016 −0,0014.

Nr. 9. Atlantischer Ozean, Rockallgegend, 2000 m, Flasche 82.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,028118 28104 28121 28116.

Mittel σ_0 = 1,028118. Größte Abweichung vom Mittel +0,006 −0,011.

Nr. 10. Atlantisches Meer, 38° 26′ N, 10° 17′ W, Oberfläche, Flasche 41.

Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,029073 29069 29068 29069.

Mittel σ_0 = 29,070. Größte Abweichung vom Mittel +0,003 −0,002.

Nr. 11. Atlantisches Meer, 42° 46′ N, 10° 6½′ W, 3000 m, Flasche 54.
Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,028109 28108 28104 28110.
Mittel σ_0 = 28,108. Größte Abweichung vom Mittel + 0,002 — 0,004.

Nr. 12a. Mittelmeer, Oberfläche, Flasche 36.
Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,030504 30507 30504 30500.
Mittel σ_0 = 30,504. Größte Abweichung vom Mittel + 0,003 — 0,004.

Nr. 12b. Mittelmeer, 1500 m, Flasche 49.
Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,030907 30895 30899 30895.
Mittel σ_0 = 30,899. Größte Abweichung vom Mittel + 0,008 — 0,004.

Nr. 13. Karasee, Station 1384, 230 m, Flasche 28.
Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,027796 27853 27781 27851 27854.
Mittel σ_0 = 27,827. Größte Abweichung vom Mittel + 0,027 — 0,046.

Nr. 14. Karasee, Station 1388, 100 m, Flasche 37.
Spez. Gew. $\frac{0}{4}$ 1,027635 27631 27634 27631.
Mittel σ_0 = 27,6316. Größte Abweichung vom Mittel + 0,0024 — 0,0046.

Tabelle II. SO_3 Gehalt ‰.

Nr.	Direkt gefunden, alte Methode	SO_3 : Cl Cl = 100	Korrigiert	SO_3 : Cl Cl = 100	Neue Methode	SO_3 : Cl Cl = 100	Berechneter Überschuß als Na_2SO_4	SO_3 : Cl Cl = 100
1	0,2190	11,31	0,2200	11,37	—	—	—	—
2	0,3706	11,35	0,3748	11,48	—	—	—	—
3a	2,2084	11,46	2,2317	11,58	2,231	11,575	2,2288	11,56
3b	2,2276	11,44	2,2555	11,58	2,2580	11,597	2,2527	11,57
4	2,2192	11,48	2,2414	11,59	2,241	11,590	2,2392	11,58
6	2,2506	11,51	2,2678	11,60	2,270	11,610	2,2661	11,59
8	2,1796	11,45	2,2028	11 57	2,214	11,630	2,2005	11,56
9	2,2171	11,45	2,2491	11,61	2,251	11,624	2,2459	11,60
10	2,2900	11,44	2,3216	11,60	2,326	11,618	2,3184	11,58
11	2,2228	11,49	2,2396	11,57	2,242	11,585	2,2379	11,57
12a	2,3918	11,39	2,4285	11,57	2,442	11,630	2,4248	11,55
12b	2,4308	11,43	2,4675	11,60	2,469	11,610	2,4638	11,59
13	2,2030	11,49	2,2202	11,58	2,225	11,600	2,2185	11,57
14	2,1817	11,46	2,2077	11,60	2,206	11,590	2,2051	11,59
Mittel ohne 1 u. 2		11,458		11,588		11,605		11,576
Größte Abweichung vom Mittel		+0,052 —0,068		+0,022 —0,018		+0,025 —0 030		
Schmelck		11,46	Dittmar	11,576				

Tabelle III. Differenzen der Parallelbestimmungen korrigiert.

Nr.	I. Bestimmung	II. Bestimmung	Differenz	Differenz %
3 a	2,2300	2,2333	0,0033	0,15
3 b	2,2539	2,2571	0,0032	0,14
4	2,2307	2,2525	0,0218	0,98
6	2,2678	2,2703	0,0025	0,11
8	2,1978	2,2078	0,0100	0,45
9	2,2474	2,2508	0,0034	0,15
10	2,3237	2,3196	0,0041	0,18
11	2,2384	2,2409	0,0025	0,11
12 a	2,4315	2,4255	0,0060	0,25
12 b	2,4699	2,4651	0,0048	0,19
13	2,2226	2,2179	0,0047	0,22
14	2,2083	2,2071	0,0012	0,05
				0,25 % Mittel.

Tabelle IV. Differenzen der Parallelanalysen direkt gefunden.

Nr.	I. Bestimmung	II. Bestimmung	Differenz	Differenz %
3 a	2,2074	2,2094	0,0020	0,09
3 b	2,2248	2,2304	0,0056	0,25
4	2,2129	2,2254	0,0125	0,57
6	2,2506	2,2528	0,0022	0,10
8	2,1707	2,1885	0,0178	0,82
9	2,2163	2,2179	0,0016	0,07
10	2,2937	2,2862	0,0075	0,33
11	2,2230	2,2226	0,0004	0,02
12 a	2,3959	2,3877	0,0082	0,34
12 b	2,4333	2,4283	0,0050	0,21
13	2,2035	2,2025	0,0010	0,05
14	2,1855	2,1779	0,0076	0,35
				0,267 % Mittel.

Tabelle V.

Schwefelsäure- und Cl-Bestimmungen von Sabrou, Bulletin du Musée Océanographique de Monaco Nr. 18.

Station 1499. 12. 8. 03.

m	SO_3	Cl	$SO_3 : Cl = 100$
0	2,316	19,87	11,66
4330	2,307 (2,397?)	19,75	11,68

Station 1556. 7. 9. 03. 45° 27′ N, 6° 5′ W.

m	SO_3	Cl	$SO_3 : Cl = 100$
0	2,324	20,03	11,60
50	2,322	20,00	11,61
100	2,320	20,01	11,59
150	2,320	19,92	11,65
200	2,317	19,90	11,64
500	2,315	19,75	11,72
1000	2,314	19,69	11,75
1500	2,311	19,71	11,73
2000	2,311	19,70	11,73
2500	2,308	19,65	11,72
3000	2,306	19,64	11,74
3500	2,300	19,55	11,76
4000	2,297	19,55	11,75
4730	2,299	19,62	11,72

Tabelle VI.

Schwefelsäure und Cl-Bestimmungen von Allemandet, Bulletin du Musée Oceanographique de Monaco Nr. 44.

Station Nr. 1782. 21. 8. 1904 31° 6′ N, 24° 6′ W				Station Nr. 1795. 25. 8. 1904 31° 46′ N, 25° 2′ W			
m	SO_3	Cl	$SO_3 : Cl = 100$	m	SO_3	Cl	$SO_3 : Cl = 100$
0	2,2978	20,25	11,35	0	2,3154	20,43	11,33
0	2,3078	20,40	11,31	0	2,3500	20,42	11,51
25	2,2811	20,17	11,31	25	2,3569	20,44	11,53
50	2,2836	20,14	11,34	50	2,3318	20,33	11,42
100	2,2681	20,10	11,31	100	2,3106	20,25	11,41
150	2,2834	20,00	11,42	150	2,3124	20,22	11,44
200	2,2919	20,30	11,29	200	2,3021	20,13	11,42
500	2,2248	19,78	11,25	500	2,2740	19,77	11,50
1000	2,2304	19,70	11,32	1000	2,2679	19,69	11,52
1500	2,2203	19,60	11,33	1500	2,1777	19,65	11,08
2000	2,2208	19,49	11,39	2000	2,1983	19,47	11,29
2500	2,2014	19,36	11,37	2500	2,2039	19,40	11,36
3000	2,2054	19,37	11,39	3000	2,1819	19,39	11,25
3500	2,1951	19,37	11,33	4000	2,1968	19,36	11,35
4000	2,2053	19,35	11,40	4500	2,2153	19,38	11,43
				5000	2,2081	19,35	11,41
				5423	2,1780	19,39	11,23

Tabelle VII.

Nr.	Cl ‰ beobachtet	Cl ‰ berechnet aus σ_0	σ_0 beobachtet	σ_0 berechnet aus Cl	Korrigiert $SO_3 : Cl = 100$	Neue Methode $SO_3 : Cl = 100$
1	1,9355	1,928	2,758	2,77	11,37	—
2	3,266	3,265	4,7214	4,722	11,48	—
3a	19,2735	19,279	27,989	27,984	11,58	11,575
3b	19,470	19,470	28,2706	28,27	11,58	11,597
4	19,332	19,336	28,0725	28,064	11,59	11,590
6	19,551	19,557	28,394	28,382	11,60	11,610
8	19,0355	19,036	27,6364	27,636	11,57	11,630
9	19,366	19,365	28,115	28,116	11,61	11,624
10	20,021	20,02	29,07	29,071	11,60	11,618
11	19,3535	19,359	28,108	28,097	11,57	11,585
12a	20,998	21,007	30,504	30,488	11,57	11,630
12b	21,267	21,279	30,899	30,884	11,60	11,610
13	19,1725	19,167	27,827	27,8325	11,58	11,600
14	19,030	19,031	27,6316	27,63	11,60	11,590

Ziemlich richtig wird das Resultat auch, wenn man mit einem starken Überschuß (der doppelten Menge 10%iger Chlorbariumlösung) fällt und hinterher 4 mal je 1/4 Stunde auskocht.

1,6220 g K_2SO_4 gaben 2,1774 $BaSO_4$ statt 2,1717 = 100,26%.

Da aus saurer Lösung unter den bisher üblichen Fällungsverhältnissen stets andere Sulfate mit in den Niederschlag gerissen werden, habe ich die Fällung einmal in schwach alkalischer Lösung versucht. Ungefähr 250 ccm der oben angegebenen Salzlösung wurden mit der gleichen Menge destillierten Wassers und mit abgewogener Menge K_2SO_4 und dazu etwas Natriumbikarbonat zum Sieden erhitzt und mit heißer 10%iger Chlorbariumlösung im Überschuß durch lebhaftes Zutröpfeln gefällt. Man muß ein verhältnismäßig hohes Becherglas nehmen, da sonst leicht etwas verspritzt. Dann wurde ein durchlochtes Uhrglas aufgelegt und durch das Loch ein am Ende rund geschmolzener Glasstab mit leichtem Druck auf den Boden des Glases aufgesetzt und durch eine Klammer in dieser Stellung festgehalten, weil sonst bei eintretendem Siedeverzug leicht der Boden durchgestoßen wird. Darauf wurde mit 5 ccm Salzsäure, spezifisches Gewicht 1,10, vorsichtig angesäuert und 1/2 Stunde lang gekocht. Durch das Aufsetzen des Glasstabes mildert man das lästige Stoßen der Flüssigkeit beim Kochen; auch tut man gut, dafür zu sorgen, daß nicht mehr als 1 1/2 g $BaSO_4$ vorhanden sind. Nachdem man Uhrglas und Glasstab abgespritzt hat, läßt man das Becherglas 5 Stunden im siedenden Wasserbad stehen, da sonst der Niederschlag leicht zu fein ist und ein wenig davon durchs Filter geht (Schleicher und Schüll 589 Blauband). Danach läßt man erkalten, dekantiert vom Niederschlag, schwemmt ihn in 1—2 ccm der Salzsäure auf, gibt 100 ccm siedendes Wasser zu und erhitzt 1/4 Stunde unter fortwährendem Umschwenken, um Stoßen und Verspritzen zu vermeiden. Hierauf wird abgegossen, noch 3 mal in gewöhnlicher Weise dekantiert und weiter wie bisher verfahren.

1,3853	K_2SO_4	+ etwas	$NaHCO_3$	gaben	1,8556 g	$BaSO_4$	statt 1,8548	= 100,04%
0,8607	„ „	+ 0,5 g	„ „	„	1,1553 „	„ „	„ 1,1524	= 100,26%
1,0581	„ „	+ 0,2 „	„ „	„	1,4182 „	„ „	„ 1,4167	= 100,11%
1,0970	„ „	+ 0,2 „	„ „	„	1,4647 „	„ „	„ 1,4688	= 99,72%
0,8982	„ „	+ 0,2 „	„ „	„	1,2046 „	„ „	„ 1,2026	= 100,17%
1,2098	„ „	+ 0,15 „	„ „	„	1,6150 „	„ „	„ 1,6198	= 99,77%
1,0126	„ „	+ 0,15 „	„ „	„	1,3512 „	„ „	„ 1,3558	= 99,66%.

Kocht man die geglühten Niederschläge mit verdünnter Salpetersäure aus, so erhält man mit salpetersaurem Silber eine schwache Opaleszenz, aber keinen Niederschlag. Es ist also kein Chlorbarium mitgerissen worden. Um noch die Einwirkung von Salpetersäure, die nach den Lehrbüchern beim Fällen in saurer Lösung nicht zugegen sein darf, zu prüfen, wurden zu 300 ccm der erwähnten Lösung 3 g Kalisalpeter zugefügt.

1,7536 g K_2SO_4 + 0,2 g $NaHCO_3$ + 3 g KNO_3 gaben 2,3467 g $BaSO_4$ statt 2,3489 = 99,91%.

Dagegen dürfen keine Ammonsalze zugegen sein, denn beim Zusatz von 3 g Salmiak ergaben

1,1339 g K_2SO_4 + 0,2 g $NaHCO_3$ + 3 g NH_4Cl 1,4970 g $BaSO_4$ statt 1,5182 = 98,61%.

Ich habe nach der neuen Methode auch noch eine Reihe Analysen in den vorliegenden Meerwasserproben gemacht; leider waren es die letzten Reste, die teilweise durch Öffnen der Flaschen und Abfiltrieren von einem Bodensatze genommen werden mußten. Die Werte sind durchschnittlich etwas höher als die korrigierten (Tabelle II), was wohl auf Verdunstung zurückgeführt werden muß; übrigens stimmen sie abgesehen von Nr. 8 und 12a, gut innerhalb der analytisch zulässigen Fehlergrenzen mit den korrigierten Werten überein. Letztere sind als Mittelwerte von 2 Bestimmungen genommen. Die Einzelbestimmungen weichen, abgesehen von Nr. 4, nicht in unzulässiger Weise voneinander ab (Tabelle 3); die durchschnittliche Differenz beträgt 1/4% des Wertes. Ich glaube wohl mit Recht annehmen zu dürfen, daß die Abweichung vom wahren Werte nirgends 0,5% übersteigt, d. h., daß sie auf mindestens 0,01‰ SO_3 genau sind. Übrigens stimmen auch die direkt gefundenen Werte (Tabelle IV) gut miteinander überein. Die durchschnittliche Differenz beträgt 0,27%; es steckt aber in ihnen ein methodischer Fehler.

Zum Schluß möchte ich noch die Resultate der Schwefelsäurebestimmungen anderer Analytiker besprechen. Es kommen in Betracht Forchhammer, Dittmar, Schmelck, Heidenreich und die Analytiker des Fürsten von Monaco.

Forchhammer[1]) hat eine sehr große Anzahl von Analysen ausgeführt. Bei ihm schwankt das Verhältnis von $SO_3 : Cl = 100$, wenn ich von einer Probe mit abnormen Verhältnissen absehe (ein Teil der Schwefelsäure war in Schwefelwasserstoff umgewandelt worden und entwichen), von 10,88—13,01, Schwankung 17,8%. 3 Kontrollanalysen, die er von einer Probe anführt, schwanken von 12,250—12,417, Differenz 1,35%. Übrigens sind wohl sämtliche Werte von ihm etwas zu hoch. Er hat mit salpetersaurem Baryt gefällt in salpetersaurer Lösung. Nähere Angaben über die Art der Fällung fehlen. Nun fällt schwefelsaurer Baryt aus salpetersaurer Lösung nicht rein aus, sondern reißt andere Salze mit, so daß man zuviel findet (siehe Fresenius[2]). Bei Schmelck[3]) schwanken die Zahlen nicht so stark, von 11,136—11,643. Er gibt auch eine besondere Anordnung. In Oberflächenwasser findet er als Durchschnitt 11,46, in Bodenwasser 11,42, in dazwischenliegenden Tiefen 11,49. Im allgemeinen sind seine Bestimmungen einzeln ausgeführt, er gibt aber auch 6 Doppelanalysen an. Die größte Differenz ist 0,019‰ SO_3, die Durchschnittsdifferenz 0,01‰ SO_3, das sind Differenzen von 0,9% resp. 0,5%. Er ist bei der Analyse folgendermaßen vorgegangen. Zu einer schwach sauer gemachten, siedenden Lösung von Seewasser hat er Chlorbariumlösung aus einer Bürette in gerade ausreichender Menge gegeben, dann erkalten und über Nacht stehen lassen. Es ist fast dasselbe Verfahren wie bei meinen direkten Analysen, von denen ich nachgewiesen habe, daß sie zu wenig ergeben. Wir finden beide das gleiche Verhältnis von $SO_3 : Cl$, im Durchschnitt = 11,46.

Heidenreich[4]) hat sich derselben Methode wie Schmelck bedient, er gibt 9 Analysen an und findet ca. dieselben Werte wie Schmelck. Angaben über die Genauigkeit seiner Analysen macht er nicht. Am gewissenhaftesten ist Dittmar[5]) verfahren. Seine Methode ist folgende: Er wiegt 20 ccm Seewasser ab, gibt dazu 5 ccm einer Chlorbariumlösung von derartiger Konzentration, daß ungefähr 10% überschüssig sind, d. h. ca. 1/4 äquivalent normal, und säuert dann mit 2 ccm 20% Salzsäure an. Dann wird im Wasserbad erhitzt und über Nacht stehen gelassen. Um sich von der Richtigkeit seiner Methode zu überzeugen, hat er in 11 Kontrollbestimmungen bei künstlichem Seewasser, das keine Sulfate enthielt, eine bekannte Menge H_2SO_4 zugesetzt. Er findet im Mittel 0,19617, zugesetzt hatte er 0,19583. Die Differenz ist 0,17%; seine Werte schwanken im einzelnen allerdings etwas stärker, nämlich von 0,19538—0,19695. Die Differenz beträgt 0,80%, die maximalen Abweichungen vom Mittel sind 0,40%, im Durchschnitt 0,20%. Im ganzen schwankt das Verhältnis von $SO_3 : Cl = 100$ in den von ihm untersuchten Meerwasserproben von 11,370—11,748. Im Durchschnitt findet er 11,576, was mit meinen korrigierten Werten gut übereinstimmt.

Die Analytiker des Fürsten von Monaco haben in den Bulletins du Musée Océanographique de Monaco eine große Anzahl von Schwefelsäurebestimmungen veröffentlicht. Allemandet gibt an, nach der von Thoulet[6]) veröffentlichten Methode gearbeitet zu haben, die von allen sonst befolgten Methoden erheblich abweicht. Er erhitzt 100 ccm angesäuertes Meerwasser zum Sieden und gießt es dann in 4 ccm gesättigte Chlorbariumlösung. Leider führt Thoulet keine Beleganalyse für seine Methode an, so daß man die Differenz zweier Bestimmungen nebeneinander nicht kennt, auch nicht beurteilen kann, ob man so den wahren Wert finden kann. Die Resultate sind sicher von der Art und Geschwindigkeit des Zugießens in hohem Maße abhängig. Allemandet findet augenscheinlich zu wenig SO_3, d. h. sein $BaSO_4$ enthielt auch andere Sulfate, denn er findet im Durchschnitt sogar noch weniger als Schmelck. Ich habe für zwei seiner Stationen[7]) das Verhältnis von $SO_3 : Cl = 100$ berechnet (Tabelle V). Abgesehen davon, daß er absolut zu wenig findet, scheinen auch seine relativen Werte nicht gleichmäßig zu sein, wie man aus dem unregelmäßigen Gang des Verhältnisses an einer Station sehen kann. Kontrollanalysen fehlen gänzlich. Auf Station 1795 gibt er die Analyse zweier Oberflächenproben, die in einer Entfernung von nur 1 Seemeile geschöpft sind; die Differenz ist 1,58%, beträgt also das Doppelte der maximalen Differenz der Beleganalysen

[1]) Forchhammer, Om Sœvandets Bestanddele og deres Fordeling i Havet Kœbenhavn 1859.
[2]) Fresenius, Zeitschr. f. anal. Chem., Bd. 9, S. 52.
[3]) Den Norske Nordhavsexpedition 1876—78. Bd. IX, Chemie. I. Om Sœvandets Faste Bestanddele.
[4]) The Norwegian North Polar-Expedition 1893—96. Vol. III, S. 218.
[5]) Report of The Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. Challenger Physics and Chemistry. Vol. I, S. 8 u 9.
[6]) Résultats des Campagnes Scientifiques du Prince de Monaco. Fasc. 29, S. 90.
[7]) Bulletin du Musée Océanographique de Monaco Nr. 44.

von Dittmar. Sabrou[1]) scheint gleichmäßiger gearbeitet zu haben, er muß aber einen anderen Weg eingeschlagen haben als Allemandet, denn er findet erheblich mehr als dieser. Seine Werte von der Station, die ich nachgerechnet habe, sind nur wenig höher als die von Dittmar (Tabelle VI). (Den Wert von 2,397, Station 1499, 4330 m, halte ich für einen Druckfehler, es soll sicher 2,307 heißen.) Auf Grund der Befunde der Bulletins du Musée Océanographique de Monaco war die vorliegende Arbeit unternommen worden, da man bei so schwankenden SO_3-Gehalten unmöglich annehmen konnte, daß spezifisches Gewicht und Chlorgehalt einer Meerwasserprobe eindeutig durcheinander bestimmt sind, auf welcher Voraussetzung die Knudsenschen hydrographischen Tabellen berechnet waren. Nach meinen Analysen ist in den 12 vorliegenden ozeanischen Wasserproben das Verhältnis von $SO_3 : Cl = 100$ konstant, denn die geringen Abweichungen vom Mittelwerte $\pm$ 0,02 liegen vorläufig noch innerhalb der analytischen Fehlergrenzen. Auch stimmen innerhalb dieser Grenzen die aus den Chlorgehalten berechneten spezifischen Gewichte mit den direkt gefundenen überein und umgekehrt (Tabelle VII).

In einer neueren Arbeit[2]) erwähnt Fridtjof Nansen Bestimmungen des spezifischen Gewichts und des Chlorgehalts von Schetelig und Helland-Hansen. Danach findet Schetelig in Gebieten, wo Eis ausgefroren ist, daß, wenn man den Salzgehalt aus dem spezifischen Gewicht berechnet, man durchschnittlich 0,026‰ weniger findet, als wenn man ihn aus dem Chlorgehalt berechnet; das Umgekehrte, nämlich ein Überwiegen des Salzgehaltes, aus dem spezifischen Gewicht berechnet, um 0,01—0,03 findet Helland-Hansen für Bodenwasser aus der Norwegischen See. Zunächst muß man sich vergegenwärtigen, daß beide Differenzen hart an den Fehlergrenzen liegen; sie entsprechen ungefähr 0,015‰ Chlor. Abgesehen aber davon, daß sie in systematischen Schwankungen im Verhältnis von $SO_3 : Cl = 100$ begründet sein können, darf man auch eine andere mögliche Ursache nicht übersehen. Beim Beginn des Ausfrierens von Eis kann sich zunächst kein Sulfat ausscheiden, weil der eutektische Punkt für Eis und Natriumsulfat im Meerwasser erst bei —8° liegt, dagegen scheidet sich sofort kohlensaurer Kalk ab.[3]) Das Verhältnis von den Gesamtsalzen zu Chlor ändert sich damit, es nimmt ab. Man berechnet demnach aus dem Chlorgehalt einen höheren Salzgehalt als aus dem spezifischen Gewichte. Umgekehrt muß man bei Bodenwasser mit der Möglichkeit rechnen, daß es infolge höheren Gehalts an Kohlensäure mehr kohlensauren Kalk aufzulösen vermag, als es normalerweise enthält. In Meerwasser von 35‰ Salzgehalt ist im allgemeinen die Alkalinität so hoch, daß sie 0,123‰ Ca CO_3 entspricht. Vermehrt sich die Menge um 0,02‰, d. h. um den 6. Teil, so wächst das spezifische Gewicht ϱ_{15} um ca. 0,023. Man wird also aus dem spezifischen Gewicht etwas mehr Salzgehalt finden als aus dem Chlor. Daß solche Vorgänge in der Natur tatsächlich vorkommen, zeigt eine Beobachtung von Krogh[4]). Er findet in einer Probe Seewasser von über 35‰ Salz eine Alkalinität von 22,72 ccm CO_2, während 26,9 ccm normal ist. Ein Irrtum ist ausgeschlossen, da ihm die niedrige Zahl aufgefallen ist, und er seine Bestimmung wiederholt hat. Woher die Probe stammte, habe ich bei ihm nicht finden können. Das Manko von 4 ccm Kohlensäure würde 0,018‰ kohlensaurem Kalk entsprechen, also genügend sein, um die von Nansen erwähnten Differenzen herbeizuführen. Daß man auch mit den Folgen einer gesteigerten Alkalinität rechnen muß, die die Beobachtungen von Helland-Hansen erklären könnte, zeigt eine Zusammenstellung von Krümmel[5]). Er benutzt die Daten der Gazelle- und Challengerexpedition. Danach beträgt der Überschuß der gefundenen Alkalinität des Bodenwassers über die nach dem Salzgehalt zu erwartende über

rotem Ton und Radiolarienschlamm	Globigerinen und Pteropoden	Diatomeen	blauem Schlick	Kalkschlick
1,23 ccm CO_2	0,95 ccm CO_2	4,58 ccm CO_2	0,95 ccm CO_2	3,30 ccm CO_2.

Wieweit diese Vorgänge an den beobachteten Differenzen wirklich mitbeteiligt sind, muß die Erfahrung durch Bestimmung des kohlensauren Kalkes alias der Alkalinität erst lehren.

[1]) Bulletin du Musée Océanographique de Monaco Nr. 18.

[2]) Northern Waters. Captain Roald Amundsens Oceanographic Observations in the Arctic Seas in 1901 by Fridtjof Nansen. Kristiania 1906. Seite 10 und 12.

[3]) Ringer in Verhandelingen. Uit Het Rijksinstitutet voor Het Onderzoek der Zee 1906. Eerste Deel. III.

[4]) On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea. Meddelelser om Grönland. Heft 26. Seite 357.

[5]) Krümmel. Handbuch der Oceanographie. Stuttgart 1907. Seite 310.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 12.

Chaetoceras gracile Schütt

und

Chaetoceras Vistulae n. sp.

Von

Prof. **C. Apstein** in Kiel.

Mit 2 Textfiguren.

Im Jahre 1895 beschrieb Schütt (11) aus der Ostsee *Chaetoceras gracile*. Die Figuren waren so winzig gezeichnet, daß für spätere Beobachter die Erkennung der Art erschwert war. 1896 beschrieb dann Østrup (9) von Ostgrönland *Chaetoceras septentrionale* und zeichnete seine Figuren nach geglühtem Material, so daß sie auch nicht besonders charakteristisch ausfielen. Dadurch ist einige Verwirrung in die Bestimmung dieser kleinen Chaetocerasarten gekommen und eine Nachuntersuchung der Arten von den Fundorten, an denen sie von ihren Entdeckern erbeutet waren, geboten. Das *Chaetoceras* von Østrup hat Paulsen (10) vor kurzem neu untersucht und beschrieben, das *Chaetoceras* von Schütt habe ich in neuerer Zeit öfter erhalten und untersuchen können und möchte in folgendem darüber berichten.

Chaetoceras gracile Schütt, ist seiner Kleinheit wegen wohl sehr oft im Plankton übersehen worden. Ich fand die Breite der Zelle meist zwischen 3 und 6 μ, also im Mittel kleiner als Schütt (11). Die Länge der Zelle war 9 μ bei einer Breite von 5 μ (Fig. 1a), bei anderen Exemplaren aber bedeutend größer; dieselben erwiesen sich aber in Teilung begriffen (Fig. 1bc). In ungeteiltem Zustande war 1 Chromatophor vorhanden (Fig. 1a), nach der Teilung natürlich 2 (Fig. 1bc), während Schütt (11) 1—2 Chromatophoren normal angibt.

Das *Chaetoceras* ist äußerst zart, so daß man bei schwächerer Vergrößerung im Wasser nur ein kleines Stäbchen (Zelle und Chromatophor) erkennt, während die feinen Hörner ganz verschwinden. Die Hörner sind sehr lang, bei dem in Fig. 1c abgebildeten Exemplar 60 μ, während die Zelle nur 3 μ breit und 13 μ lang war. Meist gehen die Hörner einer Schale der Längsachse der Zelle fast parallel, die Hörner der anderen Schale biegen bald scharf nach außen, so daß sie fast senkrecht auf der Längsachse der Zelle stehen (Fig. 1a). In anderen Fällen divergieren die Hörner, sind nicht gerade gestreckt, sondern etwas geschlängelt (Fig. 1c). Die Dauersporen, die ich selbst noch nicht gesehen habe,

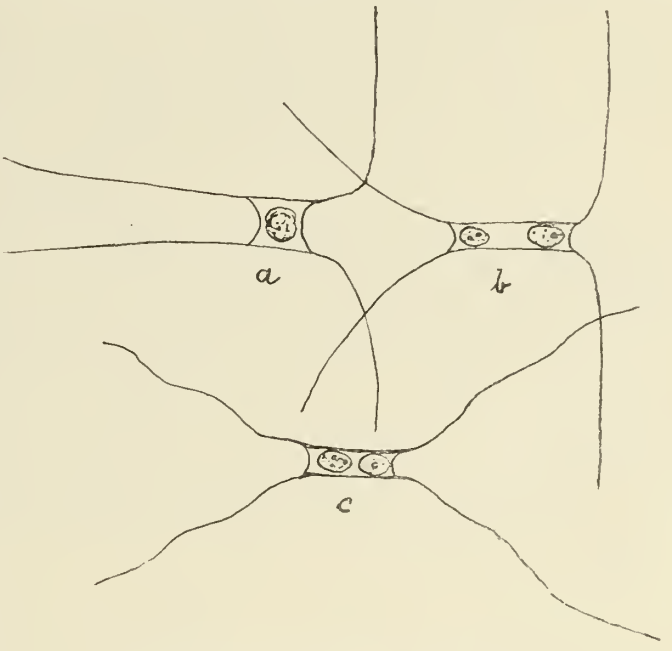


Fig. 1a—c. Chaetoceras gracile, ca. 1200/1.

sind nach Schütt (11) „kugelförmig bis kurz zylindrisch, Boden- und Deckelfläche fast halbkuglig gewölbt, beide rauh bis kurz bedornt", während Cleve (3) sie beschreibt: „Endocysts with similar, granulate valves, in sagittal view lenticular, in transversal view elliptical".

Ich muß auf Grund meiner Untersuchung annehmen, daß *Chaetoceras gracile* und *septentrionale* identisch sind, und so muß ersterer Name Gültigkeit haben. Vergleicht man die Figur 6 bei Paulsen (10) mit meiner Figur 1, so ist die Übereinstimmung ganz augenfällig.

Die Artgleichheit hatten schon Gran (6. 7), Paulsen (10), zum Teil Cleve (2. 3) angenommen, während Lemmermann (8) wieder beide Arten trennt.

Das von Paulsen (10) Fig. 7 abgebildete *Chaetoceras* von N.-Island bezeichnet er als eine „Form" oder „geographical Race" von *gracile* und nennt es „*Chaetoceras gracile f. septentrionale* (Østrup)". Ich habe diese Art in meinem Materiale nicht gefunden, so daß ich über sie nichts näheres angeben kann. Der Figur nach kann diese Art aber Østrup nicht vorgelegen haben, so daß Østrup auch nicht als Autor angeführt werden kann, sondern Paulsen.

Ich fand *Chaetoceras gracile* in der Ostsee:

1904 Mai zwischen Schweden und Rügen,
1907 Februar bei Alsen und Fehmarn,
1907 Mai zwischen Schweden und Rügen,
1907 August von der Cadettrinne bis zur Breite von Stockholm an vielen Stationen, oft reichlicher, namentlich dicht bei Gotland,
1908 November Ostsee vom Großen Belt bis Rügen.

Daß diese Art auch noch zu anderen Zeiten und an anderen als den angegebenen Teilen der Ostsee vorhanden war, glaube ich sicher, ihrer Kleinheit wegen verschwindet die Art aber zwischen den anderen Planktonorganismen. Meist sah ich die Zellen zwischen den Hörnern von *Chaetoceras boreale* und *danicum,* gerade als ob unser *Chaetoceras* sich mit seinen langen, feinen Hörnern an den kräftigen Borsten der genannten *Chaetoceras* anhielt.

Im Mai 1903 ist unser *Chaetoceras* dann im Kattegat, nordwestlich von Seeland gefunden (1. Dänische Station 21. 23), im November 1904 in der Nähe der Holländischen Küste (1.[1]) Holländische Station 2), im Mai 1908 auf der Deutschen Station 4 in der Nordsee.

Ferner wird diese Art sicher angegeben von:

der Schwedischen Küste (2. 4), Skagerak (7), Christianiafjord Nov. 1893 und Februar-März 1896 (4), Ostgrönland (2. 3), 68° 10′—75° 37′ nördl. Breite und 0° 13′—20° 30′ östl. Länge 21. VI. bis 23. VII. 1891 (9), Baffinsbay August (3. 2), Barentssee Juli 1896 (2), nördlich der Neusibirischen Inseln bis Kap Tscheljuskin (78° 19′—81° 30′ nördl. Breite und 125° 1′—136° 16′ östl. Länge (5).

Es zeigt sich, daß *Chaetoceras gracile* eine weite Verbreitung hat: von Ostsee durch Nordsee bis nach dem Eismeer; daß es sich aber noch häufiger findet, als es beobachtet ist, ist sicher.

***Chaetoceras Vistulae* n. sp.** Gelegentlich der Terminfahrten in der Ostsee liefen wir Neufahrwasser bei Danzig an. Dort in der Weichsel benutzte ich die Gelegenheit, Plankton zu fischen und zu untersuchen. Ich fand dort ein Chaetoceras, das ich, ehe ich *Ch. gracile* kannte, für diese Art hielt. Ein Vergleich aber mit dieser Art nötigt mich, das Chaetoceras aus der Weichsel als neue Art aufzustellen. Ich nenne es *Chaetoceras Vistulae*[2]). Ob es sich um eine Süßwasser- oder Brackwasserform handelt, muß eine Untersuchung weiter flußaufwärts zeigen. Im August 1906 fand ich noch 5,63‰ Salzgehalt, als ich diese Art im Plankton vorfand. In der Danziger Bucht selbst habe ich sie nicht, trotz spezieller Nachforschung entdecken können. Lemmermann (8) erwähnt aus schwedischen Seen zwei Chaetoceras, *Ch. subsalsum* und *Borgei,* mit denen aber meine Art nicht übereinstimmt.

Die Zelle ist 7—8 μ breit, 16—21 μ lang; die Hörner, die stets in einem spitzen Winkel von der Längsachse der Zelle abgehen, sind schwach gebogen und bis 100 μ lang. Die Zellen liegen einzeln, höchstens sieht man sie bald nach der Teilung noch zu zweien zusammenhängen (Fig. 2a). Ein großer Chromatophor liegt der Gürtelbandseite an (2b). Dauersporen habe ich nicht beobachtet.

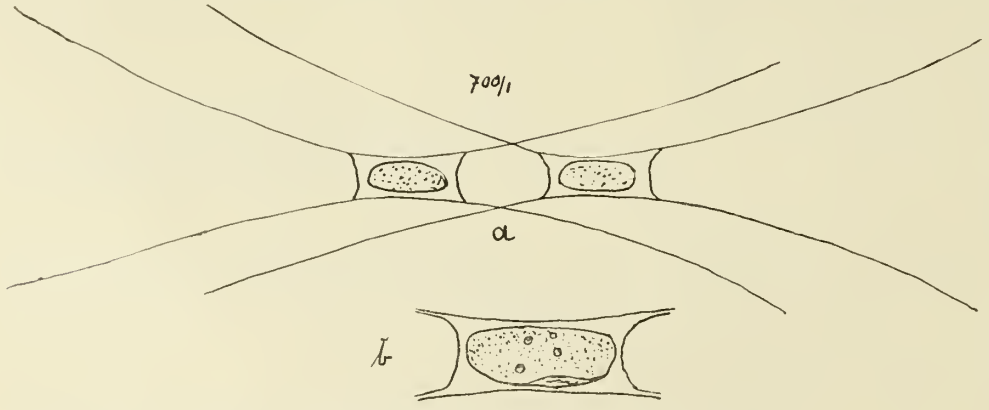


Fig. 2. Chaetoceras Vistulae, a) 700/1, b) stärker vergrößert.

Die Fundzeiten sind August 1904 und 1906. Ob diese Art auch zu anderen Zeiten vorkommt, kann ich nicht angeben.

[1]) In dem Catalogue des espèces de plantes etc. in Publication de Circonstance, Nr. 33, 1906, wird pag. 40 auch „Mer Norwég. N. 1903, 2, angegeben und Manche E. 1903, 2." Beide Angaben sind irrtümlich.

[2]) Vistula = Weichsel.

Literatur.

1. Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croissières periodiques et dans les périodes intermédiaires. Mai 1903. November 1904.
2. Cleve: A Treatise on the Plankton of the Atlantik. Upsala 1897.
3. „ Diatoms from Baffinsbay and Davisstrait, in Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 22, Afd. 3, N. 4. 1896/97.
4. Gran: Protophyta in Den Norske Nordhafs Expedition 1876—78. Christiania 1897.
5. „ Diatomaceae from the ice-floes and Plankton of the arctic Ocean in The Norwegian North Polar Expedition 1893—96. Christiania 1900.
6. „ Die Diatomeen des arktischen Meeres in Fauna arctica. Bd. III. 1904.
7. „ Diatomeen in Nordisches Plankton. Kiel und Leipzig 1905.
8. Lemmermann: Das Plankton schwedischer Gewässer in Arkiv för Botanik. Bd. 2, N. 2. 1903/4.
9. Østrup: Marine Diatomeer fra Ostgrønland (den Østgrønlandske Expedition 1891—92). Meddelelser om Grönland. 18. Bd. 1896.
10. Paulsen: On some Peridineae and Planktondiatoms in Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser Serie Plankton. Bd. 1, N. 3. 1905.
11. Schütt: Arten von Chaetoceras und Peragallia in Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. 13. 1895.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 13.

Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee.

Von

Hermann Merkle.

Mit 2 Tafeln und 3 Figuren im Text.

Materialverzeichnis.

Das Material stammt von

1889	August.	Bei Helgoland.	Material von Herrn Professor Apstein.
1901	September.	Hoborgbank.	
1904	August.	O 9 [1]) (54° 44′ N, 13° 17′ O).	
1904	November.	N 5 [1]) (57° 24′ N, 3° 41′ O).	
		N 7 (58° 10′ N, 5° 12′ O).	
1906	Herbst.	Mehrere Fänge aus dem Kieler Hafen.	
1906	November.	Kleven bei Mandal (Norwegen). N 9 (57° 52′ N, 7° 20′ O).	
1907	März.	Mehrere Fänge aus dem Kieler Hafen.	
1907	Juli/August.	Material von der deutschen Ostseeterminfahrt.	
1907	August.	Stavanger-Fjord (Norwegen). N 6 (57° 55′ N, 4° 45′ O).	
1907	Herbst.	Mehrere Fänge aus dem Kieler Hafen.	
1907	November.	Stavanger-Fjord (Norwegen). N 16 (59° 3′ N, 4° 55′ O). O 3 (54° 36′ N, 11° 2′ O). Während der deutschen Terminfahrt an Bord untersuchtes Material.	
1908	Februar.	Stavanger-Fjord (Norwegen). N 16 (59° 3′ N, 4° 55′ O). N 17 (58° 55′ N, 4° 10′ O). N 18 (58° 48′ N, 3° 15′ O). Egersund-Fjord (Norwegen). Während der deutschen Terminfahrt an Bord untersuchtes Material.	
1908	März.	Auf einer Fahrt der Helgoländer biologischen Station an der holländischen Küste von mir untersuchtes Material.	
1908	Mai.	Dusevigen (Stavanger-Fjord, Norwegen). K 9 [1]) (57° 47′ N, 10° 40′ O). Während der deutschen Terminfahrt untersuchtes Material.	
1908	Juli.	Material vom Stollergrund (vor der Kieler Föhrde).	
1908	Herbst.	Mehrere Fänge aus dem Kieler Hafen.	

[1]) N 5 = Nordseestation 5, O 9 = Ostseestation 9, K 9 = Kattegatstation 9 der deutschen Terminfahrten. Karten mit Angabe der Ost- und Nordseestationen der deutschen Terminfahrten haben bereits Apstein [4] und Driver [30] veröffentlicht. In meiner etwas später erscheinenden Arbeit über das Plankton der deutschen Ostseeterminfahrt Juli/August 1907 gedenke ich eine Karte mit den Stationen dieser Fahrt sowie den Kattegatstationen der deutschen Terminfahrten zu veröffentlichen.

Beschreibung des Materials und der Untersuchungsmethoden.

Material für meine Untersuchungen bot sich mir in großer Menge. Erst verschaffte ich mir solches aus dem Kieler Hafen, das ich teils lebend, teils in konserviertem Zustande untersuchte. Später brachte mir Herr Professor Apstein von den Fahrten des deutschen Forschungsdampfers „Poseidon" Material aus der Nordsee und besonders von der norwegischen Küste; hauptsächlich waren hierin vertreten: *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula*. Auch fand ich in diesem Material eine Menge von Fortpflanzungsstadien, so daß ich mich zunächst fast ausschließlich diesem Material widmete. Als ich Herbst 1907 Assistent am hiesigen Laboratorium für Meeresforschung wurde, bekam ich durch meine Teilnahme an den deutschen Terminfahrten reichlich Gelegenheit, Tintinnodeen, vor allem *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula* lebend zu beobachten. Diese beiden Arten eigneten sich für solche Studien besonders gut, sowohl wegen der großen Durchsichtigkeit ihrer Gehäuse, als auch wegen ihres massenhaften Vorkommens an der norwegischen Küste. Bei unsern oft tagelangen Aufenthalten in norwegischen Häfen hatte ich sehr schön Gelegenheit, diese zierlichen Infusorien lebend zu beobachten.

Ferner bot mir die quantitative Bearbeitung des Ostseematerials der „Poseidon"-Fahrt Juli-August 1907 günstige Gelegenheit, die Tintinnodeen der östlichen Ostsee, besonders *Tintinnopsis brandti* und *Tintinnopsis tubulosa,* eingehend zu studieren, sowohl in bezug auf Gehäuse und Weichkörper, als auch auf ihre Verbreitung.

Zum Konservieren benutzte ich meist Flemming'sche Lösung (Chrom-Osmium-Essigsäure), Guignard'sche Lösung[1]) oder Pikrinschwefelsäure. Alle drei Reagentien gaben gute Resultate. Bei dem ersteren wurden durch die Osmiumsäure etwa vorhandene Fettkörperchen geschwärzt; ferner fand ich, daß die spätere Färbung nach Benutzung von Pikrinschwefelsäure schöner wird, als nach Benutzung von Flemming'scher oder Guignard'scher Lösung. Ich nahm daher in letzter Zeit nur noch Pikrinschwefelsäure zum Abtöten. Sofort nach dem Fange goß ich in den Planktoneimer, der in eine kleine Schale gestellt wurde, die Säure, die ich nach ca. 5 Minuten mit Alkohol tüchtig ausgewaschen habe; dann wurde der Fang in ca. 75% Alkohol aufbewahrt. Material, das infolge der Behandlung mit Chrom-Osmium-Essigsäure zu dunkel geworden war, habe ich durch mehrtägige Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd wieder vollständig aufgehellt; dem Material und der Färbbarkeit hat diese Behandlung durchaus nicht geschadet. Das Material von *Tintinnopsis brandti* und *Tps. tubulosa* der Ostsee-Augustfahrt 1907 war nur mit Alkohol konserviert worden; ich erhielt aber trotzdem sehr schöne Färbungen; Kerne und Nebenkerne waren sehr deutlich differenziert.

Zum Färben benutzte ich Boraxkarmin, Hämalaun und Hämatoxylin. Alle drei Farbstoffe gaben gute Resultate; weitaus am besten fand ich jedoch die Färbung mit Hämatoxylin. Ich färbte das Material stets in toto; dazu brachte ich es erst in ein unten mit Müllergaze 20 zugebundenes Röhrchen, in welchem ich es von einer Flüssigkeit in eine andere brachte. Beim Entfärben hatte ich stets eine Probe unter dem Mikroskop, um im richtigen Augenblick das Material in die Fixierungsflüssigkeit überzuführen. Diese Methode ist sehr einfach und empfiehlt sich sehr bei größeren Arten. Bei kleineren Arten jedoch, die

---

[1]) Guignard'sche Lösung besteht aus:
0,5 gr Chromsäure
0,5 gr offizinelles Eisenchlorid
2 gr Essigsäure
100 gr Wasser
} aus Straßburger: Histolog. Beiträge 6. 1900.

nach Hensen [39], Brandt [13] und Lohmann [57, 58, 59] leicht durch die Müllergaze 20 hindurchschlüpfen, ist das öftere Filtrieren der Planktonmasse durch die Gaze bei den einzelnen Färbe-, Auswaschungs- und Fixierungs-Medien sehr gefährlich. Meist habe ich Fänge, in denen ich erst reichliches Material von kleinen Tintinnodeen festgestellt hatte, nachher fast ganz frei von solchen gefunden. Dieser Umstand veranlaßte mich, zu einer anderen Behandlung überzugehen. Ich brachte das Material in kleinen Zentrifugiergläschen mit den einzelnen Medien zusammen. Nachdem ich jedesmal bei einer Probe unter dem Mikroskop festgestellt hatte, daß ein Medium genügend eingewirkt, brachte ich das Material durch Zentrifugieren rasch zum Absetzen, goß die darüber stehende Flüssigkeit vorsichtig ab und dafür das nun folgende Medium auf. Auf diese Weise bekam ich dann schön gefärbtes Material, in dem auch die kleinen Arten reichlich vertreten waren.

Für Gehäusestudien legte ich mir teils gefärbtes, teils ungefärbtes Material aus Wasser in Glyzerin ein. Bei guter Färbung konnte man auch an diesen Präparaten ganz brauchbare Weichkörperstudien treiben, vorausgesetzt, daß die Gehäuse einigermaßen durchsichtig waren, wie z. B. bei Tintinnus-Arten, bei *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula*. Weitaus am günstigsten für Weichkörperstudien ist natürlich der Gebrauch von Canadabalsam, der selbst die dickwandigen Tintinnopsis-Gehäuse vollständig aufhellt. Hierbei macht sich jedoch ein Umstand unangenehm bemerkbar; die schon vorher gut durchsichtigen Gehäuse von Tintinnus-, Cyttarocylis-, Ptychocylis- und anderen Arten werden in Canadabalsam meist so aufgehellt, daß ein deutliches Erkennen der Gehäuse häufig sehr erschwert und eine Trennung in Varietäten, manchmal auch Arten, bisweilen ausgeschlossen ist.

Hier bot einen glücklichen Ausweg die mir von Herrn Dr. Breckner empfohlene Verwendung von Gummisyrup[1]). Diese Lösung hellt etwas weniger auf, als Canadabalsam, aber bedeutend mehr als Glyzerin; sie bietet bei der Bearbeitung von Material mit leichtdurchsichtigen Hülsen den großen Vorteil, daß die Gehäuse nur soweit aufgehellt werden, daß sie gerade noch gut erkannt und unterschieden werden können. Außerdem bietet die Behandlung mit Gummisyrup noch den praktischen Vorteil, daß das Material gleich aus Wasser in Gummisyrup eingelegt werden kann, einer Umrandung mit Gold-size (wie die Glyzerinpräparate) aber nicht bedarf. Ich habe schon 2 Jahre alte Präparate, die noch nicht die Spur einer Veränderung zeigen und ebenso fest sind wie die Balsampräparate.

Bei kleineren Tintinnodeen-Arten hatte ich manchmal das Glück, daß die Tiere mit ihrer Längsachse zufällig senkrecht zum Objektträger standen, so daß es mir möglich wurde, das Peristomfeld näher zu untersuchen und auch die Wimperplatten zu zählen. Bei größeren Arten jedoch konnte ich nie eine so günstige Lage erhalten und versuchte daher, durch die Schnittmethode zufällig Schnitte durch Tintinnodeen senkrecht zur Längsachse zu erhalten. Es gelang mir dies auch bei *Cyttarocylis denticulata, Ptychocylis urnula* und *Tintinnopsis ventricosa*. Dabei hatten diese Präparate den Vorteil, daß sie dünner und daher auch deutlicher waren. Von den Fixierungsmitteln halte ich für Wimperplattenzählungen Chrom-Osmium-Essigsäure am besten; für Kernstudien dagegen erwies sich Pikrinschwefelsäure am geeignetsten.

Zur Einbettung des Materials benutzte ich die von Herrn Dr. Breckner beschriebene Celloidin-Paraffin-Methode[2]). Ich brachte dabei, wie oben beim Färben beschrieben, das Material mittelst eines unten mit Müllergaze 20 zugebundenen Glasröhrchens von einem Medium ins andere.

Die Wimperplattenzählungen machte ich folgendermaßen: Mit Hilfe des Abbe'schen Zeichenapparates zeichnete ich das Bild des Peristoms mit den einzelnen Wimperplatten mehrmals, gewöhnlich viermal, auf Zeichenpapier; und nun erst, nachdem ich diese Zeichnungen genau ausgeführt hatte, begann ich die Wimperplatten zu zählen und zu messen. Es wurden dabei Täuschungen und Ungenauigkeiten mit großer Sicherheit vermieden.

Die Bestimmung eines Tieres bei einem Schnitte gelang gewöhnlich schon dadurch, daß ich zum Schneiden meist Material benutzte, in dem nur eine Spezies, und diese ziemlich häufig, vorhanden war. Ich

[1]) Zusammensetzung des Gummisyrups nach Apathy (Mayer):

50 gr Gummi
50 gr Zucker
100 cbcm Wasser
} Das Ganze auf etwa die Hälfte über dem Wasserbade eingedampft.

[2]) Siehe Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskop. Technik, Band XXV 1908, pag. 29—32.

bin für die Überlassung so guten Materials Herrn Professor Brandt und Herrn Dr. Breckner zu großem Danke verpflichtet. Bei solchem Material konnte man mit ziemlicher Sicherheit darauf schließen, daß die vor dem Einbetten beobachtete Spezies auch geschnitten wurde. Selbstverständlich ist aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß zufällig auch noch das eine oder andere Exemplar einer anderen Tintinnodeen-Art mit geschnitten wurde. Aber zur weiteren, genauen Bestimmung des Schnittes dienten auch noch die Beschaffenheit der Hülse sowie die genauen Größenverhältnisse des Tieres.

Beschreibung der mir zur Verfügung stehenden Arten.

Bezüglich der Synonymik möchte ich auf Brandt's neuestes Werk: „Die Tintinnodeen der Plankton-Expedition, 1907" verweisen. Ich schließe mich ihm in der Bezeichnung der Arten vollkommen an. Auch bezüglich der geschichtlichen Zusammenfassung der Ergebnisse der bisherigen Forschung möchte ich auf diese Arbeit von Brandt verweisen. Die historischen Rückblicke, die in diesem Werke jedem Kapitel vorangehen, haben mir sehr viel Mühe und Zeit erspart.

Gattung *Tintinnopsis* (Stein).

Besonders reichlich waren in meinem Material folgende hierher gehörende Arten vertreten: *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula, Tps. brandti* und *Tps. tubulosa (Tps. lohmanni).* Durch umfassende, vergleichende Studien von *Tps. tubulosa* und *Tps. lohmanni* kam ich zu der Ansicht, daß die von Laackmann aufgestellte Spezies *Tps. lohmanni* sich nicht halten läßt, sondern mit *Tps. tubulosa* vereinigt werden muß (s. u.). Von den übrigen Tintinnopsis-Arten hatte ich noch ziemlich viel Material von *Tps. baltica, beroidea* und *campanula;* nur wenig Material dagegen von *Tps. pellucida, sacculus* var. *magna* n. v., *karajacensis, lobiancoi, lacustris* und *parva* n. sp.

Durch Herrn Professor Brandt wurde ich darauf aufmerksam gemacht, daß die bisher fast allgemeine Annahme, die glänzenden Partikelchen der Tintinnopsis-Gehäuse seien vom Meeresboden genommene und angeklebte Kieselpartikelchen, wohl nicht richtig sein würde, siehe Brandt [15] pag. 131. Ferner wurde ich zu diesen Untersuchungen angeregt durch eine Arbeit von Rhumbler [69], in der er bei Testaceen-Schalen auch die Verstärkung der Schalen durch angeklebte Quarzkörnchen bestreitet (S. 99 der Abhandlung).

Um nun die fast allgemeine Annahme, die sogenannten Fremdkörperchen der Tintinnopsis-Gehäuse seien vom Meeresboden genommene und angeklebte Kieselpartikelchen, näher zu prüfen, entnahm ich dem Grunde des Kieler Hafens Mudproben, in denen ich ebenso kleine Körnchen von derselben Gestalt und demselben Brechungsvermögen fand, wie bei den Tintinnopsis-Gehäusen.

Wie Rhumbler [69] bei den Testaceen-Schalen, so fand auch ich bei den Tintinnopsis-Gehäusen, daß die glänzenden Partikelchen in polarisiertem Licht (bei gekreuzten Nikols) nicht leuchten, während die in den Mudproben enthaltenen, bei gewöhnlichem Lichte, wie bemerkt, ganz ähnlich erscheinenden Körnchen des Mud in polarisiertem Lichte leuchteten. In seltenen Fällen habe ich allerdings auch bei den Tintinnopsis-Gehäusen das eine oder andere der glänzenden Partikelchen bei polarisiertem Lichte aufleuchten sehen. Dies erklärt sich jedoch meines Erachtens sehr leicht; es ist klar, daß ebenso wie manchmal Diatomeen-Schalen auch Quarzkörnchen zufällig in die die Gehäuse bildende Masse hineingeraten können. Im allgemeinen jedoch darf man schon nach der mitgeteilten Beobachtung annehmen, daß die glänzenden Partikelchen der Tintinnopsis-Hülsen nicht mit den kleinen, ganz ähnlich aussehenden Kieselpartikelchen der Mudproben übereinstimmen.

Einen weiteren Unterschied zwischen den glänzenden Partikelchen der Tintinnopsis-Gehäuse und den Quarzkörnchen der Mudproben hoffte ich zu finden mit Hilfe der von Brandt [11, 14, 15] zuerst erwähnten und abgebildeten feinen Primärwaben- und Sekundärstruktur der glänzenden Partikelchen.

Ich untersuchte zu diesem Zwecke in Glyzerin eingelegte Mudproben und Tintinnopsis-Gehäuse bei 1060facher Vergrößerung (Seibert, homog. Immers. 1/12 und Okular 2; ohne Kondensor im Beleuchtungs-

apparat). Bei den Tintinnopsis-Hülsen sah auch ich die erwähnten feinen Primärwaben und meist auch die Sekundärstruktur der glänzenden Partikelchen recht deutlich. Bei den in den Mudproben enthaltenen, an Größe, Form und Lichtbrechungsvermögen den glänzenden Partikelchen der Tintinnopsis-Gehäuse sehr ähnlichen Kieselpartikelchen konnte ich jedoch bei genau derselben Vergrößerung und Beleuchtung von einer ähnlichen Struktur nichts erkennen.

Ferner behandelte ich Mudproben und Tintinnopsis-Gehäuse gleichmäßig mit Salzsäure oder Schwefelsäure. Ich ließ das Material in der betreffenden Säure ungefähr 2 Tage, wusch es dann mit destilliertem Wasser tüchtig aus und machte mir Glyzerinpräparate. Auch habe ich Versuche angestellt, bei denen die Mudproben und das Tintinnopsis-Material gleichmäßig geglüht wurden. Zum Glühen brachte ich das Material auf ein Deckgläschen, ließ den noch vorhandenen Alkohol verdampfen und erhitzte nun mit zwei Bunsenbrennern von unten und oben zur Rotglut. Hierauf ließ ich ganz allmählich abkühlen und setzte etwas destilliertes Wasser zu. Dann legte ich das Material in Glyzerin ein.

Bei der Behandlung mit Salzsäure veränderte sich die Struktur der glänzenden Partikelchen keineswegs. Auch auf die Quarzkörnchen der Mudproben hatte Salzsäure natürlich keine Einwirkung. Die Behandlung mit Schwefelsäure veranlaßte ein deutlicheres Hervortreten der Struktur der sogenannten Fremdkörperchen in den Gehäusen. Auf die ähnlichen Körnchen der Mudproben hatte auch diese Behandlung keinen Einfluß. Das Leuchtvermögen der Quarzpartikelchen in polarisiertem Lichte wurde weder durch die Behandlung mit Salzsäure noch mit Schwefelsäure beeinträchtigt. Auch bei den geglühten Mudproben konnte ich keine Veränderung der Quarzpartikelchen bemerken; dagegen fand ich, daß bei den geglühten Tintinnopsis-Gehäusen die Struktur der glänzenden Partikelchen erst etwas deutlicher hervortritt, bei stärkerem Glühen jedoch allmählich verschwindet. Ferner bemerkte ich, daß bei den geglühten Tintinnopsis-Gehäusen die glänzenden Partikelchen als miteinander zusammengeschmolzen erscheinen. Die Ränder der glänzenden Partikelchen, die vorher sehr unregelmäßig gestaltet und teilweise nicht dicht zusammengelagert erschienen, wurden nach dem Glühen zu einer einzigen, in weichen Biegungen verlaufenden Trennungslinie. In der Begründung hierfür schließe ich mich Rhumbler [69] an, der sagt, „daß in der Kittmasse befindliche Kieselpartien bei Rotglut zusammenschmelzen, während die chitinigen Bestandteile der Kittsubstanz verbrennen".

Tintinnopsis-Material, das gefärbt wurde mit Säurefuchsin, Phosphormolybdänsäure und Anilinblau-orange-Oxalsäure, zeigte deutlich, daß in die Kittsubstanz lauter ganz kleine, glänzende Partikelchen eingelagert sind, die vielleicht als die Kieselbestandteile der Kittsubstanz gedeutet werden dürfen (Taf. II Fig. 26). Leuchtvermögen zeigen die glänzenden Partikelchen auch stark geglühter Tintinnopsis-Gehäuse nicht.

Ein weiterer Umstand scheint mir auch sehr für die Richtigkeit der von Brandt und mir vertretenen Annahme zu sprechen. Betrachtet man die Zeichnungen von Tintinnopsis-Gehäusen in Brandt's Atlas [14], die ja alle ganz genau mit dem Zeichenapparat entworfen worden sind, so drängt sich einem der Gedanke auf (besonders bei den Längsschnitten t. 16 f. 8, t. 18 f. 9, t. 22 f. 8, t. 23 f. 13a, t. 24 f. 16 und anderen), daß es sich hier nicht um die Benutzung von schön ausgesuchten, genau passenden Quarzkörnchen als Bausteinen handelt, sondern daß hier ein Partikelchen zum andern gefügt wurde und in noch nicht fester Form seine zur betreffenden Stelle der Gehäusewand passende Gestalt erhalten hat. Ich muß Brandt vollkommen beistimmen, wenn er schreibt: „Die selbst abgeschiedenen Kieselgebilde, die erhebliche Dicke erreichen und in der Regel abgerundete Ecken besitzen, unterscheiden sich von den Quarzkörnchen vor allem durch eine der Gehäusewand konforme Wölbung, welche namentlich bei größeren Plättchen sehr auffällig ist."

Leider hatte ich nie Gelegenheit zu beobachten, wie die Tintinnopsis-Gehäuse gebildet werden. Nur einmal, Februar 1908, auf der Kattegatstation 4 der deutschen Terminfahrten (56° 30′ N, 12° 15′ O) habe ich eine Beobachtung gemacht, die vielleicht mit einem Gehäusebau in Zusammenhang zu bringen ist. Ich sah ein unfertiges, oder auch an der Gehäuseöffnung zerbrochenes Tintinnopsis-Gehäuse mit lebendigem Weichkörper. Der Plasmaleib ließ keine Wimperplatten erkennen, zeigte aber, daß er (außer einer großen Vakuole) mit lauter kleinen, feinen Kügelchen von tropfenartiger Beschaffenheit angefüllt war. Ich sah, wie solche Tröpfchen vom Plasma ausgeschieden wurden; sie sind so glashell, wie das Hülsenmaterial. Die ausgeschiedenen Tröpfchen schwammen nun aber nicht weg, sondern pendelten in einer Lücke des Gehäuses hin und her. Das Festsitzen dieser Tröpfchen und ihre etwaige Umbildung zu glänzenden Partikelchen

des Tintinnopsis-Gehäuses habe ich leider nicht mehr beobachten können, da das Tier starb und das ausfließende Plasma die weitere Beobachtung unmöglich machte. Der ganze vordere, noch unvollständige Gehäuseteil war noch nicht fest; er wirkte sehr elastisch bei einem leichten Anstoß eines kleinen Coscinodiscus.

Tintinnopsis ventricosa. (Clap. u. Lachm.) em. Brandt.

Die Gehäuse dieser Art sind, wie Brandt bereits angegeben hat, herzförmig, mehr oder weniger schlank oder abgerundet. Bei lebenden Tieren habe ich stets am oralen Ende einen feinen, gallertigen Kragenaufsatz bemerkt, der eine Höhe von ca. 10 μ besaß; bei konserviertem Material war dieser Aufsatz meist nicht mehr zu erkennen. Die Gehäusewand erschien häufig aus mehr oder weniger großen glänzenden Stücken zusammengesetzt. Nur bei wenigen Exemplaren fand ich einzelne Stellen der Gehäusewand frei von diesen glänzenden Partikelchen. Die feine, regelmäßige Primärwabenstruktur konnte ich bei starker Vergrößerung auf der ganzen Gehäusewand, auch auf den glänzenden Stücken, erkennen. Auf den glänzenden Partikelchen und besonders schön an den von diesen freien Stellen bemerkte ich noch eine unregelmäßige Sekundärfelderung. Sehr deutlich wurden, wie schon oben erwähnt, diese Strukturerscheinungen nach der Behandlung mit Schwefelsäure oder bei geglühten Hülsen. Wirkliche Fremdkörperchen (z. B. Diatomeen-Schalen) habe ich nur selten und einzeln bemerkt. Die Gehäuse von *Tps. ventricosa,* wenn mit Säurefuchsin, Phosphormolybdänsäure, Anilinblau-orange-Oxalsäure (einer Färbemethode der Südpolar-Expedition) gefärbt, zeigen ein ganz eigenartiges Bild, das ich Taf. II Fig. 26 wiedergegeben habe. Die glänzenden Stücke blieben von der Färbung unberührt, dagegen zeigte die Substanz zwischen den glänzenden Partikelchen feine braune Färbung und eine deutlich differenzierte Körnung.

Die Gehäuse-Form und -Struktur der nächsten Art, *Tps. nucula* ist ungefähr dieselbe, und es ist leicht verständlich, daß bis vor wenigen Jahren diese beiden Arten nicht getrennt wurden, zumal sie häufig zusammen vorkommen. Erst 1905 hat van Breemen [16] durch Größenmessungen gezeigt, daß in der Nordsee zwei verschieden große Formen nebeneinander vorkommen, die deutlich voneinander zu trennen sind. Brandt [14 u. 15] hat alsdann die eine (kleinere) Form mit *Tps. nucula* Fol. identifiziert und Laackmann [49] hat sich ihm in betreff der Notwendigkeit der Trennung beider Arten angeschlossen.

Ich habe nun an Material aus der westlichen Ostsee, das mir sehr reichlich zur Verfügung stand, umfassende Messungen ausgeführt. Ich kann die Notwendigkeit der Trennung beider Arten bestätigen, nicht nur wegen des aus der hier angeführten Tabelle sich ergebenden deutlichen Unterschieds der Gehäusegrößen, sondern auch wegen der nachher noch zu besprechenden Unterschiede im Weichkörperbau.

An 940 Exemplaren von *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula* habe ich die Länge und Breite der Gehäuse gemessen und kam zu folgendem Resultat:

Gehäuselänge in μ	Gehäusebreite in μ	Anzahl im Fang A	Anzahl im Fang B	Bemerkungen
45—51	45—51	1	1	Fang A: Ostseestation 1 der deutschen Terminfahrten (54° 30′ N, 10° 21′ O), 19 m tief.
45—51	33—39	37	340	
45—51	39—45	—	51	
51—57	39—45	—	20	Fang B: Ostseestation 5 der deutschen Terminfahrten (54° 28′ N, 12° 15′ O), 23 m tief.
51—57	33—39	1	—	
57—63	45—51	3	—	
57—63	51—57	2	—	
63—69	45—51	2	1	
63—69	57—63	85	12	
69—75	57—63	296	19	
75—81	57—63	54	10	
75—81	45—51	2	—	
75—81	63—69	1	—	
75—81	51—57	—	2	

Die Tabelle zeigt wohl einige wenige, von den typischen Größen abweichende Exemplare beider Arten, die in ihren Extremen sich nähern, aber die weitaus größte Anzahl der gemessenen Exemplare läßt den deutlichen Unterschied beider Arten in bezug auf Gehäusegröße klar erkennen. Im Vergleich mit der großen Anzahl der typischen Exemplare können die wenigen Zwischenformen meines Erachtens unberücksichtigt bleiben. So wichtig auch für die Trennung beider Arten die Unterschiede im Bau des Weichkörpers (s. u.) sind, so sind sie doch schwer, oder eigentlich gar nicht zu gebrauchen, wenn es sich um rasche Bestimmung bei Zählungen handelt; und deswegen ist die genaue und sichere Festlegung des leicht erkennbaren Unterschieds in den Gehäusegrößen von großer Bedeutung.

Weiter habe ich bei meinen Untersuchungen, ähnlich wie Brandt [15], gefunden, daß die vorherrschenden Größen der Gehäuse von *Tps. ventricosa* aus den verschiedenen Gewässern nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten aufweisen. Ich habe zu dieser Bestimmung Messungen ausgeführt an Material aus der mittleren und der westlichen Ostsee, dem Kattegat, der Nordsee, an der norwegischen, deutschen und holländischen Küste. Die Gehäuselänge der Ostseeexemplare war um etliches geringer, als die der übrigen. In der Breite fand ich kaum eine Abweichung. Es erklärt sich hieraus wohl auch, daß die Ostseeformen etwas plumper erscheinen. Die Abbildungen in Brandt's Atlas [14] t. 17 f. 2, t. 18 f. 1 u. 2, zeigen deutlich den Unterschied gegenüber t. 17 f. 10. Ich finde die t. 17 f. 10 abgebildete Gehäuseform als besonders typisch für die südliche Nordsee; in der Ostsee habe ich diese Gehäuseform nie angetroffen.

Bei den Weichkörperstudien fand ich sowohl Exemplare, die sich mit dem zu einem Stiel ausgezogenen hinteren Teile des Weichkörpers in der Gehäusespitze, als auch solche, die sich seitlich im hinteren Gehäusedrittel festgesetzt hatten. Das Vorhandensein eines zweiten vorderen Ansatzes habe ich nie bemerkt.

Welche Bewegungen der Stiel beim Zurückschnellen des Tieres ausführt, entzieht sich bei allen Tintinnopsis-Arten der Beobachtung wegen der Undurchsichtigkeit des Gehäuses. Bei eingezogenem Tiere war der feine Gallertkragen stets in der gewöhnlichen Lage. Meist wurde er beim Zurückziehen des Körpers in das Gehäuse in der gewöhnlichen, ausgestülpten Lage gelassen, nur einmal bemerkte ich, daß er beim Zurückschnellen des Tieres eingestülpt wurde; aber bald war er wieder in seiner ursprünglichen Lage.

Tps. ventricosa besitzt zwei, meist länglich-ovale, selten runde Kerne, die eine Länge von 15—20 μ und eine Breite von 8—10 μ besaßen. Die Lage der Kerne halte ich nicht für charakteristisch bei dieser Art; teils fand ich z. B. beide Kerne im hinteren, teils im vorderen Körperteile, teils lagen sie weit auseinander, teils eng in der Mitte zusammen. Dicht bei den Kernen lag je ein ca. 2 μ großer Nebenkern. Der Weichkörper besaß fast stets eine oder mehrere Nahrungsvakuolen von verschiedener Größe, manchmal war der ganze Plasmaleib damit durchsetzt. Einige Präparate zeigten deutlich eine Afteröffnung am aboralen Körperteile. Die Figur Taf. III Fig. 70 zeigt eine eben sich nach außen entleerende Nahrungsvakuole. Afteröffnungen habe ich bei verschiedenen Tintinnodeen bemerkt; stets befand sich dieselbe am aboralen Teile etwas oberhalb des Stieles. Stein [71] und Kent [45] geben ebenfalls eine am Hinterende des Tieres gelegene Afteröffnung an, während sie Entz [34] weit nach vorne in die Nähe des Peristoms legt. Entz jun. [35] zeichnet eine Afteröffnung ungefähr in der Mitte des Weichkörpers, ziemlich nahe der tief im Weichkörper liegenden Mundöffnung. Daß es sich bei meinen Exemplaren nicht nur um ein unnatürliches, durch Druck veranlaßtes Ausmünden von Vakuolen handelt, beweist die gute Erhaltung der Tiere und der Gehäuse. Die Mundöffnung befindet sich seitlich vom Stirnkegel, innerhalb des Wimperplattenkranzes.

Durch die vorher beschriebene Schnittmethode (S. 143) gelang es mir, das Peristomfeld einiger weniger, zufällig mit der Längsachse gerade senkrecht zur Schnittebene ausgerichteter Exemplare abzutrennen. Die Schnitte ließen mich dann deutlich 22 Wimperplatten erkennen (Taf. II Fig. 28). Die Wimperplatten hatten eine Länge von 15—20 μ und eine Breite von ca. 4 μ. Das Zählen der Wimperplatten am lebenden Material ist, wenn überhaupt möglich, mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da die Bewegung viel zu rasch verläuft. Zudem nehmen die Tiere die beim Zählen nötige Stellung — das Peristomfeld direkt von oben sichtbar — nur sehr selten und dann meist nur ganz kurze Zeit ein. Ich konnte aber doch beobachten, daß das Schlagen der Wimperplatten nicht gleichzeitig erfolgt, sondern sich — in verschiedener Richtung — fortpflanzt (siehe unten das Kapitel über Fortbewegungserscheinungen). Die Tiere sah ich nur vorwärts schwimmen, d. h. mit dem Peristom und der Gehäuseöffnung voraus. Lagen die Individuen

ruhig, so hatten sie sich gewöhnlich infolge einer leichten Reizung in den hinteren Teil des Gehäuses zurückgezogen; selten bemerkte ich bei ausgestrecktem Tier ein Aufhören der Wimperplattenbewegung oder ein langsames Hin- und Herschlagen der Wimperplatten (von der Außenseite des Peristomfeldes nach der Mitte zusammen). Ich glaube wohl, diese Erscheinungen als Ruhelagen deuten zu dürfen, denn Absterbeerscheinungen können es nicht sein, da die Tiere später wieder anfingen, lebhaft weiter zu schwimmen. Bei diesen Ruhelagen bemerkte ich dann innerhalb des Wimperplattenkranzes das schnelle und kräftige Schlagen einer feinen Bewimperung. Schweyer [73] hat diese paroralen Zilien bei *Tintinnus fraknoi, Tintinnus inquilinus* und anderen vermißt und bestreitet ihr Vorhandensein bei sämtlichen Tintinnodeen. Zu letzterer Behauptung ist er sicher nicht berechtigt, da er wohl kaum sämtliche Tintinnodeen auf diese paroralen Wimpern untersucht hat. Ich habe ihr Vorhandensein bei verschiedenen Arten sehr deutlich gesehen und muß daher diese Behauptung zurückweisen. Tentakelähnliche Gebilde mit einem Knopf am freien Ende, wie Schweyer [73] sie von *Tintinnus fraknoi* und *Tintinnus inquilinus,* ferner von *Undella spiralis* erwähnt, habe ich nie bemerkt. Auch die Mundöffnung war bei der oben erwähnten Ruhelage seitlich im Peristomfeld zwischen den Wimperplatten und dem Stirnkegel sichtbar; man sah sie abwechselnd sich vorstülpen und wieder einziehen. Es scheint mir daher, daß die feinen Wimpern innerhalb des Wimperplattenkranzes zum Zuströmen frischen Wassers und der Nahrung benutzt werden, während die Wimperplatten, wenigstens vornehmlich, der Fortbewegung dienen werden. Diese Beobachtung der ruhenden Wimperplatten und der gleichzeitig tätigen feinen Bewimperung machte ich auch einmal bei *Tintinnopsis nucula* und des öfteren bei *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula.*

Pulsierende Vakuolen sind bei herausgestreckten, schwimmenden Tieren wegen der raschen Fortbewegung, bei ruhenden Tintinnopsis-Exemplaren aber wegen der Undurchsichtigkeit der Gehäuse nicht zu erkennen.

Als wichtige Weichkörperunterschiede zwischen *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula* habe ich gefunden (siehe Taf. II Fig. 28 u. 29), daß die erstere Art 22 Wimperplatten von 15—20 μ Länge, die letztere nur 18 Wimperplatten von 7—10 μ Länge besitzt. Die Kerne von *Tps. ventricosa* waren 15—20 μ lang und 8—10 μ breit, die von *Tps. nucula* nur 8—12 μ lang und 4—6 μ breit.

Den von Laackmann [49] aufgestellten, sehr wichtigen Unterschied zwischen *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula* in der Sporenbildung habe ich leider nicht weiter verfolgen können.

Tintinnopsis nucula (Fol.).

Wie schon erwähnt, ähneln die Gehäuse dieser Art denen von *Tps. ventricosa* sehr. Das Fehlen des verdickten Mündungsrandes kann ich nicht, wie Laackmann [49], als typischen Unterschied von *Tps. ventricosa* betrachten, da ich sehr viele Exemplare von *Tps. ventricosa,* besonders aus der Nordsee, ohne diesen verdickten Mündungsrand fand. Für den charakteristischsten und sofort auffallenden Unterschied beider Arten halte ich jedoch den aus der S. 146 angeführten Tabelle deutlich hervorgehenden Unterschied in den Größenverhältnissen der Gehäuse. An dem mir zur Verfügung stehenden Material aus der Ostsee, der Kieler Bucht, dem Kattegat und der Nordsee habe ich als typische Größen folgende Maße festgestellt: Die Gehäuse von *Tps. ventricosa* waren in der Ostsee 66—84 μ lang und 60—65 μ breit; im Kattegat und der Nordsee waren sie 85—100 μ lang und 65—75 μ breit. Die Gehäuse von *Tps. nucula* waren in der Ostsee 48—60 μ lang und 33—42 μ breit; im Kattegat und der Nordsee waren sie 48—55 μ lang und 39—45 μ breit.

Eine Zunahme der Gehäusegröße gegen die Nordsee hin habe ich bei *Tps. nucula* nicht konstatieren können. Die Tabelle (Seite 146) zeigt deutlich, daß die beiden Arten oft nebeneinander vorkommen und von einem etwas geübten Auge leicht unterschieden werden können. Die beiden von Laackmann [49] abgebildeten Formen stellen meines Erachtens die typischsten nebeneinander; die von Brandt [14] t. 16 f. 10 u. 12 abgebildeten Gehäuse habe ich seltener bemerkt.

Die Gehäusewand ist meist vollständig aus stark lichtbrechenden Stücken zusammengesetzt. Bei lebenden Exemplaren beobachtete ich stets den feinen, gallertigen, biegsamen Mündungskragen, der eine Höhe von ca. 10 μ erreicht. Besonders häufig bei Exemplaren der norwegischen Küste fand ich denselben

teilweise mit Fremdkörperchen besetzt. Da ich in der Literatur noch keine Abbildung eines solchen Exemplars gefunden habe, so habe ich in Fig. 21 Taf. II ein Bild davon entworfen. Entz jun. [35] zeichnet auf t. I f. 7 ein Exemplar von *Tps. ventricosa,* das anscheinend ebenso oberhalb des gallertigen Kragens Fremdkörperchen angehäuft hat. Ein mit Fremdkörperchen oder glänzenden Partikelchen besetztes Mündungsrohr oberhalb des gallertigen Kragens, das er t. I f. 10 abbildet, habe ich nie bemerkt.

Bei meinen Weichkörperstudien konnte ich nur einmal eine seitliche Ansatzstelle des Stieles an der Gehäusewand finden. Meist war eine Ansatzstelle überhaupt nicht zu erkennen, doch zeigten mehrere Präparate ganz deutlich, daß in der Gehäusespitze ein Stielansatz sich nicht befand. Ich vermute, daß *Tps. nucula* hierin mit *Tps. ventricosa, baltica, beroidea* und anderen übereinstimmt und entweder in der Spitze oder seitlich am Gehäuse seinen Stiel befestigen kann. Einen zweiten Ansatz am vorderen Gehäuseteil habe ich nicht bemerkt, wenn nicht der einzige, seitliche, Taf. III Fig. 71 abgebildete, als solcher gelten soll.

Der Weichkörper besitzt zwei länglich-ovale Kerne von 8—12 μ Länge und 4—6 μ Breite. Die verhältnismäßig großen Kerne fand ich stets in der hinteren Körperhälfte. Die Nebenkerne lagen gewöhnlich dicht neben den Hauptkernen und hatten einen Durchmesser von ca. 2 μ.

Nahrungsvakuolen waren nicht besonders selten. Eine Afteröffnung fand ich, wie bei *Tps. ventricosa,* am hinteren Körperende. Die Abbildung Taf. III Fig. 71 zeigt deutlich die eben ausmündende Vakuole.

v. Daday gibt (S. 560) für *Tps. ventricosa* (nach Brandt gleich *Tps. nucula* Fol.) 20 adorale Wimperplatten an; für die von ihm als *Tps. nucula* Fol. gedeutete Art führt v. Daday (S. 554) 22 Wimperplatten an. Durch Schnitte stellte ich die Zahl der Wimperplatten auf 18 fest, ihre Länge beträgt 7—10 μ, ihre Breite ca. 2 μ (Taf. II Fig. 29). Hierin liegt ein ganz sicherer Grund zur Trennung von *Tps. ventricosa* und *nucula.* In bezug auf die feine Bewimperung des Peristomfeldes, auf die Lage der Mundöffnungen, auf die Nahrungsvakuolen fand ich keine Abweichungen von *Tps. ventricosa.*

Bei der Fortbewegung legt sich das Tier mit dem Peristom auf den Mündungskragen auf und dreht, wie alle Tintinnodeen, sein Gehäuse mit. Ich beobachtete *Tps. nucula* stets vorwärtsschwimmend, doch habe ich nicht allzu viele Exemplare daraufhin untersucht. Schon bei leichter Beunruhigung zieht es sich rasch in den hinteren Teil des Gehäuses zurück.

Tintinnopsis beroidea (Stein, emend. Brandt)

und

Tintinnopsis beroidea (Stein) var. *b* (Brandt).

Von dieser und den folgenden Arten habe ich im Vergleich zu den beiden vorhergehenden nur wenig Material zur Untersuchung gehabt. Ich habe *Tps. beroidea* untersucht aus der Kieler Bucht, der Ostsee, dem Kattegat und der norwegischen Küste.

Von *Tps. nucula,* mit welcher sie an Länge ungefähr übereinstimmt, ist sie leicht zu unterscheiden durch die viel geringere Gehäusebreite und die damit verbundene, viel schlankere Form. Die von mir beobachteten Gehäuse aus der Ostsee und dem Kattegat stimmen mit denen von Brandt [14] t. 16 f. 5 u. 7 und Laackmann [49] t. 1 f. 7 abgebildeten Formen ziemlich überein. Die von Laackmann t. 1 f. 6 u. 8 abgebildeten Gehäuse, besonders das mit dem hohen Aufsatz, habe ich nur selten in meinem Material gehabt; zwei Exemplare hatten einen 60 μ langen Aufsatz. Das Gehäuse bei Laackmann [49] t. 1 f. 6 ähnelt wohl der von mir aufgestellten neuen Art *Tps. parva* n. sp. (Taf. II Fig. 9, 10 u. 11). Die Größe des Bildes jedoch, sowie die Angaben in Laackmann's Text stimmen nicht mit meinen Befunden überein. Die von Entz jun. [35] gegebenen Abbildungen von Tintinnopsis-Gehäusen lassen teilweise recht wenig erkennen. Das t. 3 f. 2 abgebildete Gehäuse, das nach ihm *Tps. beroidea* darstellen soll, ist, wenn genau gezeichnet, sicher nicht identisch mit den von Brandt [15] beschriebenen Gehäusen. v. Daday [29] bildet zwar Neapler Gehäuse ab, die er als *Tps. beroidea* Stein deutet und die ähnlich denen von Entz jun. [35] sind. Leider hat der Autor dieser Spezies, Stein [71], keine Abbildung gegeben; er spricht jedoch von einer parabolischen Zuspitzung des Hinterendes der fingerhutförmigen Gehäuse, welche die Figuren von v. Daday und von Entz jun. vermissen lassen. Da Stein seine neue Spezies bei Wismar in der Ostsee gefunden hat, so kommen für die Ergänzung der unzureichenden Beschreibungen Stein's die Beschreibungen

und Abbildungen, die Brandt, Jörgensen und Laackmann nach nordischen, z. T. sogar nach baltischen Gehäusen gegeben haben, in erster Linie in Betracht. Die von v. Daday als *Tps. beroidea* bezeichnete Form ist wahrscheinlich eine ganz andere Spezies. Daß Entz jun. [35] f. 4 t. 5 entweder zu *Tps. lobiancoi* oder *Tps. beroidea* rechnen will, beweist, daß Entz jun. die charakteristischen Unterschiede der Gehäuse dieser beiden Arten höchstens sehr mangelhaft kennt. Meines Erachtens gehört dies t. 5 f. 4 abgebildete Gehäuse keiner der beiden Arten an, sondern wird eher *Tps. karajacensis* zugerechnet werden müssen.

An der norwegischen Küste und ganz vereinzelt auch im Kattegat fand ich Gehäuse, die *Tps. beroidea* var. *b* (Brandt) — siehe Brandt's Atlas [14] t. 16 f. 15 — entsprachen.

Die Gehäusewand fand ich selten vollständig aus den stark lichtbrechenden, kleinen Stückchen zusammengesetzt; wo diese glänzenden Partikelchen fehlten, schien die Gehäusewand dünner und zeigte dann ziemlich deutlich die unregelmäßige Sekundärfelderung neben der auf der ganzen Gehäuseoberfläche sichtbaren Primärstruktur.

Das Tier sitzt mit dem zu einem Stiel ausgezogenen hinteren Körperende entweder in der Gehäusespitze oder seitlich an der Hülsenwand im hinteren Gehäusedrittel fest. Ich fand zwei länglich-ovale Kerne von ca. 6—8 μ Länge und 3—4 μ Breite; sie lagen meist beide ungefähr in der Mitte des Weichkörpers. Außerdem fehlten nie zwei ca. 1 μ große Nebenkerne, die stets dicht neben den Hauptkernen lagerten.

Bei einem Exemplar gelang es mir, die Wimperplatten zu zählen; ich kam auf die Zahl 16 (Taf. II Fig. 30). Die Wimperplatten hatten eine Länge von ca. 8 μ. Kleine Nahrungsvakuolen bemerkte ich häufig, oft war der ganze Plasmaleib davon erfüllt. Die Tiere schwammen fast nur vorwärts; ich habe viele Exemplare dieser Art lange beobachtet. Nur ein Individuum sah ich längere Zeit hindurch rückwärtsschwimmend und zwar in einem dichten Gewirr von Skelettonema-Fäden; offenbar konnte es sich mit dem zugespitzten Gehäuseende leichter als mit dem Peristom durchwinden.

Tintinnopsis baltica (Brandt).

Von dieser in der westlichen Ostsee, der Kieler Bucht und dem Kattegat nicht gerade seltenen Art fand ich am häufigsten die Gehäuse ähnlich dem von Brandt [14] t. 16 f. 4 abgebildeten.

Die Gehäusewand war selten vollständig aus den stark lichtbrechenden Stückchen zusammengesetzt. Die Hülsen waren größtenteils dünnwandig und zeigten gewöhnliche Tintinnopsis-Struktur. Die Form der Gehäuse dieser Art variiert ziemlich stark, doch scheint die Größe des eigentlichen Wohnfaches ziemlich konstant zu sein. Das Wohnfach ist hinten zugespitzt und der Mündungsteil verschieden hoch. Der Mündungsrand ist zackig und entbehrt des feinen gallertigen Mündungskragens, der *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula* auszeichnet.

Meine Gehäusemessungen ergaben als Mittelwerte für die Länge des Wohnfaches 45—55 μ, für die Breite des Wohnfaches ca. 30 μ und für die Länge des Mündungsteiles 0—50 μ.

Der Weichkörper kann mit dem zu einem Stiel umgewandelten, hinteren Teile seitlich im hinteren Gehäusedrittel, aber auch in der Hülsenspitze festsitzen. Das Tier hat zwei länglich-ovale Kerne von ca. 12—15 μ Länge und ca. 6—7 μ Breite. Die Kerne liegen meist ungefähr in der Mitte des Plasmaleibes. Außerdem sah ich stets zwei ca. 2 μ große Nebenkerne, die dicht bei den Hauptkernen lagen. Nahrungsvakuolen waren bisweilen sehr häufig. Bei der Beobachtung lebenden Materials sah ich die Individuen dieser Art stets nur vorwärts schwimmen.

Tintinnopsis parva n. sp.

In einem Oberflächenfange von der Kattegatstation 7 der deutschen Terminfahrten (57° 15′ N, 10° 46′ O) fand ich kleine Tintinnopsis-Gehäuse, die der Form nach an spitze *Tps. nucula*-Gehäuse erinnerten, aber noch kleiner als *Tps. beroidea* waren. Wie die Fig. 9, 10 u. 11 Taf. II zeigen, sind die Gehäuse ungefähr in der Mitte am breitesten, verengen sich etwas gegen die Hülsenöffnung und laufen am aboralen Teile in eine stumpfe Spitze aus. Die Gehäusestruktur ist die der echten Tintinnopsis-Gehäuse. Bei sehr starker Vergrößerung sind die Primärwaben deutlich zu erkennen. Die Gehäusewand setzt sich

nicht vollständig aus glänzenden Partikelchen zusammen und ist an den Stellen, wo diese fehlen, ziemlich dünn. Nicht nur an diesen Stellen, auch bei einigen größeren, glänzenden Partikelchen habe ich die unregelmäßige Sekundärstruktur bemerkt.

Der Gestalt nach erinnern die Gehäuse an das von Laackmann [49] t. 1 f. 6 abgebildete Gehäuse, das er als *Tps. beroidea* ohne Aufsatz bezeichnet. Allein die Maße der Zeichnung, sowie die Maßangaben im Text stimmen mit meinen Befunden nicht überein; außerdem habe ich von Übergangsformen zwischen dieser *Tps. parva* und *Tps. beroidea,* die beide in demselben Fange in großer Menge vertreten waren, nichts finden können. Weiterhin zeigten auch die Kerngrößen deutliche Unterschiede. Mit van Breemen's [16] ungefähr gleich langer *Tintinnopsis* sp. (S. 60 dieser Abhandlung) ist diese Art wegen der bedeutenderen Breite nicht zu verwechseln; seine Gehäuse besitzen zylindrische Gestalt. In der Gehäusegestalt ist zwischen van Breemen's *Tintinnopsis* sp. und meiner *Tps. parva* ein ähnlicher Unterschied wie zwischen *Tps. beroidea* var. *b* (Brandt) und *Tps. nucula.*

Die Zahl der Wimperplatten zu bestimmen ist mir leider nicht gelungen. Die Tiere sah ich mit ihrem Stiel entweder in der Gehäusespitze oder auch seitlich im hinteren Drittel an der Gehäusewand festsitzen. Meine Messungen ergaben für die Länge der Gehäuse 30—35 μ, für die Breite an der Gehäuseöffnung 15—20 μ und für die Breite in der Gehäusemitte 22—23 μ.

Die Tiere besitzen zwei rundlich-ovale Kerne von 4—5 μ Länge und 2—3 μ Breite. Die Kerne lagen ungefähr in der Mitte des Plasmaleibes und dicht neben ihnen je ein ca. 1 μ großer Nebenkern.

Tintinnopsis campanula (Ehrbg.).

Exemplare dieser Art fand ich im Kieler Hafen, der Ostsee, dem Kattegat, Skagerrak und in der Nordsee. Die meisten der von mir untersuchten Individuen entsprachen den von Brandt [14] t. 20 f. 1, t. 21 f. 2, 6, 7 u. 8 und t. 22 f. 1 abgebildeten. Gehäuse, die var. *a* oder var. *b bütschlii* entsprochen hätten, habe ich nie bemerkt. Dagegen fand ich ein Gehäuse, dessen Mündungsrand nicht mehr krempenartig stark nach außen gebogen ist, sondern sich mehr trichterförmig erweitert, ähnlich den Figuren bei Brandt [14] t. 21 f. 9 u. 10. Diese Gehäuse erinnern auch an die von v. Daday [29] gegebenen Abbildungen für *Tps. infundibulum,* die Brandt [15] jedoch *Tps. campanula* zurechnet. Einige Exemplare zeigten auch ganz deutliche Ringelung, besonders deutlich an der Stelle, wo das Wohnfach sich zur Krempe erweitert. Bei einem Individuum war sogar die ganze Krempe mit dieser Ringelung besetzt (Taf. II Fig. 20); doch messe ich dem Vorhandensein einer Ringelung keine große Bedeutung bei. Am Wohnfach selbst bemerkte ich nie Ringelung. Den von Laackmann [49] gezeichneten Aufsatz auf der Krempe habe ich nie bemerkt.

Neben den feinen sechseckigen Primärwaben konnte ich meist ziemlich deutlich die unregelmäßige Sekundärfelderung bemerken. Größere glänzende Partikelchen waren nicht sehr zahlreich auf der Hülsenwand vertreten.

Das Tier sah ich mit dem zu einem Stiel ausgezogenen hinteren Ende seines Weichkörpers entweder seitlich an der hinteren Gehäusewand, oder in der Spitze selbst festsitzen. Fol. [37] bildet ein Exemplar seitlich festsitzend ab. Im schwimmenden Zustande legt sich das Tier auf die Krempe auf, aber schon bei geringer Beunruhigung zieht es sich rasch wieder in den hinteren Gehäuseteil zurück. Bei einem Exemplare gelang es mir, 20 Wimperplatten von ca. 12 μ Länge zu zählen. Diese Anzahl hat auch schon v. Daday [29] angegeben.

Bei lebenden Exemplaren bemerkte ich innerhalb des Wimperplattenkranzes noch eine feine Bewimperung und eine exzentrisch gelegene, fortwährend sich vorstülpende und wieder einziehende Schlundöffnung. Nahrungsvakuolen waren stets, meist sogar in großer Zahl, vorhanden. Individuen dieser Art sah ich meist nur vorwärtsschwimmend; nur selten und auch nur kurze Strecken weit konnte ich diese Art rückwärtsschwimmend beobachten.

Die Kernlage war nicht immer gleich, am häufigsten jedoch fand ich je einen der ovalen Kerne in der vorderen und hinteren Körperhälfte; ihre Länge betrug 15—20 μ, die Breite schwankte zwischen 7 und 10 μ. Die Kerne waren häufig von einem helleren Hofe umgeben, auch Kernspalt war nicht selten. Den Kernen dicht angelagert fand ich je einen Nebenkern von ca. 2 μ Durchmesser. Ein junges Individuum

hatte noch keinen Wimperplattenkranz entwickelt, besaß einen großen Kern (20 μ lang und 8 μ breit) und an jedem Ende desselben einen Nebenkern.

Tintinnopsis lacustris (Entz).

Exemplare, dieser nach den Angaben von Entz und Brandt sehr variablen Art habe ich bis jetzt bei meinen Plankton-Untersuchungen aus Ost- und Nordsee nicht gefunden. Ein Tintinnopsis-Exemplar jedoch, das Herr Dr. Kräfft Mai 1906 auf der Ostseestation 10 der deutschen Terminfahrten (54° 35′ N, 15° 30′ O, 60 m tief) gefunden und mir freundlichst zur Verfügung gestellt hat, möchte ich zu dieser Art rechnen.

Die deutliche Tintinnopsis-Struktur des Gehäuses und die stark ausgebildeten, wulstigen Vorwölbungen am vorderen Hülsenteile, die ich für *Tps. lacustris* als typisch betrachten möchte, bewogen mich zu dieser Einreihung, obwohl die Größenverhältnisse, besonders des Aufsatzes, weder mit den Angaben von Brandt [15] noch mit denen von Entz [34] und Leidy [51] genau übereinstimmen. Ob Leidy's *Difflugia cratera* gerade dieser Tintinnopsis-Art zuzurechnen ist, erscheint mir fraglich; er erwähnt zwar im Text: „a minutely wrinkled appearance", aber seine Zeichnungen lassen diese Ringelung meist vermissen; auch die Hülsengestalt paßt wenig zu den Abbildungen von Apstein [1], Brandt [14] und Entz [34]. In letzter Zeit bekam ich noch durch die Güte von Herrn Professor Apstein Gelegenheit, in Süßwasserplankton größere Mengen von *Tps. lacustris* zu untersuchen. Hülsengestalten, wie sie Brandt [14] und Apstein [1] abgebildet haben, waren typisch; jedenfalls fehlten nie die sehr stark ausgebildeten Spiralringe. Einen so hohen Aufsatz, wie das von mir abgebildete Gehäuse (Taf. II Fig. 16) besitzt, habe ich allerdings im Süßwasserplankton nie bemerkt; dagegen war das Wohnfach manchmal ebenso deutlich abgesetzt von dem geringelten Mündungsteil der Hülse. Mein Exemplar aus der Ostsee gewinnt durch seinen ziemlich großen, mit starken Wulsten versehenen Aufsatz ein schlankeres Aussehen als z. B. das von Brandt [14] abgebildete Individuum aus einem holsteinischen See. Auch ich habe die vermeintlichen Ringe als eine Spirale erkannt, die in 9 Windungen umläuft. Die Zahl der Windungen ist nach Entz nicht charakteristisch. Das Wohnfach ist stumpf zugespitzt und das Gehäuse, kurz bevor die wulstförmigen Vorwölbungen beginnen, etwas eingeschnürt. Eine ähnliche Einschnürung unterhalb der Ringelung zeigt die Abbildung in Apsteins „Süßwasserplankton" [1].

Das von mir Taf. II Fig. 16 abgebildete Exemplar besaß eine Länge von 75 μ und eine Breite des Wohnfaches von 40 μ; die Breite des wulstigen Aufsatzes betrug 35—40 μ. Das Tier sitzt in der Spitze des Gehäuses fest. Leider ist es mir infolge mangelhafter Konservierung des Weichkörpers nicht möglich, denselben näher zu untersuchen. Wahrscheinlich handelt es sich bei dem oben beschriebenen Exemplar um eine in die Ostsee geschwemmte Süßwasserform, wie ich sie vereinzelt über die ganze Ostsee verbreitet angetroffen habe. In dem benachbarten großen und kleinen Haff Stettins hat übrigens Brandt [10] Mai 1892 diese Art in ziemlicher Anzahl nachgewiesen.

Tintinnopsis karajacensis (Brandt).

Auch von dieser Art hatte ich nur wenige Exemplare zur Untersuchung. Mein Material stammt aus dem Stavanger-Fjord und der Kieler Föhrde. Die Gehäuse waren zylindrisch, hinten abgerundet. Die norwegischen Exemplare waren etwas kleiner als die Kieler; sie besaßen eine Länge von 75—80 μ und eine Breite von 25—30 μ (Taf. II Fig. 14). Meine Kieler Exemplare stimmen mit den von Brandt [15] und Laackmann [49] angegebenen Maßen überein; ich kann als Länge 95—105 μ und als Breite 35—40 μ angeben. Ein Gehäuse zeigte eine sehr deutliche Spirale am oralen Hülsenteile. Eine Aufbauchung am Hinterende habe ich nie bemerkt. Die Gehäuse zeigten die gewöhnliche Tintinnopsis-Struktur; die glänzenden Partikelchen waren bei meinen Hülsen häufig vertreten, aber stets ziemlich klein.

Ein Tier saß mit einem feinen, nicht allmählich in den Plasmaleib übergehenden Stiele am Hinterende des Gehäuses in der Mitte fest. Ich stellte 2 rundliche Kerne mit je einem dicht daneben liegenden Nebenkerne fest. Die Kerne hatten einen Durchmesser von ca. 8 μ, die Nebenkerne einen solchen von 1 μ. Ich habe diese Art des öfteren lebend beobachtet, sie jedoch nur vorwärts schwimmen sehen.

Tintinnopsis lobiancoi (v. Daday).

Nur sehr wenige Tintinnopsis-Gehäuse, die dieser Art zugehören dürften, habe ich gefunden und zwar in den Fängen der deutschen Ostsee-Terminfahrt Juli/August 1907 auf: OKl. 97 (58° 32′ N, 20° 13′ O, 97 m tief), OKl. 95 (58° 38′ N, 19° 01′ O, 141 m tief) und OKl. 89 (59° 12′ N, 19° 19′ O, 56 m tief), also in der nördlichsten Ostsee. Ein Weichkörper war vorhanden, aber leider nicht mehr so erhalten, daß er Studien erlaubt hätte. Die Gehäuse waren ca. 350 μ lang, zylindrisch und hinten abgerundet; die Breite betrug ca. 65 μ. Die Gehäuse sind ziemlich zartwandig und zeigen außer den Primärwaben noch eine deutliche Sekundärfelderung (Taf. II Fig. 13). Die glänzenden Partikelchen waren verhältnismäßig selten und klein (Taf. II Fig. 24). Ein Gehäuse war bis weit zum aboralen Hülsenende mit einer sehr deutlichen, aber feinen Ringelung versehen. Die einzelnen Ringe waren nicht gleichmäßig weit voneinander entfernt. Erst hatte ich dieses Exemplar wegen der Ringelung für *Cyttarocylis helix* var. *cochleata* gehalten, allein nähere Untersuchungen der Gehäusestruktur ergaben das Vorhandensein einer feinen, ganz unregelmäßigen Sekundärstruktur neben der Primärwabenstruktur. Außerdem habe ich ja auch für die meisten *Tps. tubulosa* und *Tps. brandti,* mit denen *Tps. lobiancoi* wohl sehr nahe verwandt ist (siehe weiter unten), das Vorhandensein einer solchen Ringelung nachgewiesen. Über die Stellung von *Tps. lobiancoi* zu ähnlichen Arten, besonders zu *Tps. tubulosa,* möchte ich mir aus Mangel an weiteren Exemplaren ein Urteil versagen. Vielleicht ergeben spätere Studien die Notwendigkeit einer Vereinigung dieser beiden Arten. Ich fand unter meinem *Tps. tubulosa*-Material Gehäuse mit ganz schwacher Aufbauchung, aber spitzem, aboralem Ende und solche mit ganz rundem, aboralem Ende, aber noch ziemlich gut erkennbarer Aufbauchung. Beide Gehäuseformen kommen in gewissen Beziehungen *Tps. lobiancoi* ziemlich nahe. Auch die von Brandt bemerkte allmähliche Erweiterung eines Gehäuses von *Tps. lobiancoi* aus der Sargasso-See gegen die Mündung hin habe ich bei einem typischen *Tps. tubulosa*-Gehäuse aus der östlichen Ostsee gefunden. Die von Entz jun. [35] in ziemlich mangelhaften Bildern wiedergegebenen Gehäuse, die er *Tps. lobiancoi* zurechnet, werden wohl kaum zu dieser Art gehören; t. 2 f. 2, t. 5 f. 4 sind der Größe nach wohl Gehäuse von *Tps. karajacensis;* t. 2, f. 12 halte ich für eine dürftige Abbildung eines kleinen Exemplars von *Tps. tubulosa.*

Tintinnopsis brandti (Nordq.) und *Tps. tubulosa* (Lev.), *[lohmanni* (Laackm.)].

Bei der Bearbeitung des Materials der deutschen Ostseeterminfahrt Juli/August 1907 hatte ich Gelegenheit, Exemplare dieser beiden Arten zu untersuchen. Die Fahrt ging bis zur Höhe Stockholm—Dagö. Südlich dieser Linie, wo beide Arten bis jetzt nur wenig und zwar von schwedischen Planktologen gefunden worden sind (siehe auch Kapitel VI dieser Arbeit) war zwischen Stockholm und Gotland ziemlich reichliches Material, besonders von *Tps. tubulosa.*

Tps. brandti fand ich in größerer Menge nur ganz dicht an der schwedischen Küste in der Nähe von Stockholm. Vereinzelte lebende Exemplare waren auch auf der dicht an der Küste liegenden Station OA 70 (56° 01′ N, 15° 52′ O, 21 m tief) und auf OA 74 (55° 35′ N, 17° 15′ O, 20 m tief, auf der Mittelbank); zwischen der Mittelbank und Gotland auf Station OA 85 (56° 02′ N, 17° 52′ O, 57 m tief) fand ich eine leere Hülse.

Tps. tubulosa war besonders häufig auf den Stationen des Schnittes Stockholm—Dagö. Offenbar haben wir es hier mit einem Vordringen aus dem bottnischen und finnischen Meerbusen zu tun. Von hier ab südlich werden die Funde etwas spärlicher. Auffallend ist dann wieder eine große Steigerung der Individuenzahl auf der Mittelbank. Von diesem Herd fand ich Spuren nördlich und westlich bis zur Hoborgbank und bis dicht an die schwedische Küste. Bei Memel und in der Danziger Bucht konnte ich jedoch das Vorkommen lebender Exemplare nicht feststellen. Auf Station OA 81 (55° 45′ N, 20° 54′ O, 36 m tief, dicht vor Memel) habe ich ein leeres Gehäuse von *Tps. tubulosa* gefunden.

Tintinnopsis brandti (Nordquist).

Tps. brandti ist meines Erachtens gut von *Tps. tubulosa* zu unterscheiden. Charakteristisch halte ich für diese Art, daß das Wohnfach abgeplattet ist, wie es die Figuren in Brandt's Atlas [14] t. 22 u. 24 sehr schön zeigen. Das abgeplattete Ende des Wohnfaches zeigt gewöhnlich noch eine kleine Spitze in

der Mitte. Brandt's Figuren [14] t. 24 f. 7 u. 9 halte ich ebenfalls für echte *Tps. brandti*. Die von mir untersuchten Exemplare waren jedoch stets mehr abgeplattet und glichen etwa den t. 22 abgebildeten Gehäusen. Zwischenformen zwischen *Tps. brandti* und *Tps. tubulosa* habe ich nie bemerkt, trotzdem ich sehr viele Exemplare dieser beiden Arten studiert habe.

Eine feine Ringelung des Hülsenhalses habe ich nur bei ganz seltenen Ausnahmen vermißt (Taf. II Fig. 2). Diese Ringelung entsprach ungefähr derjenigen von *Tps. tubulosa* und *Tps. lobiancoi*. Wahrscheinlich trat diese Ringelung bei den von mir untersuchten Exemplaren durch die Färbung mit der Heidenhain'schen Lösung deutlicher hervor. Den Hülsenhals fand ich stets zylindrisch, leichte Aufbauchung oder Erweiterung zum oralen Ende hin habe ich nie bemerkt. Die Länge der Gehäuse schwankte zwischen 110 und 250 μ. Die Weite des Hülsenhalses betrug 40—50 μ. Das abgeplattete Wohnfach besaß eine Weite von 75—90 μ.

Die Ansatzstelle des Weichkörpers fand ich entweder in der Hülsenspitze oder an einer Seite des Hülsenhalses (meist ungefähr bis zur Mitte desselben vorgerückt). Die Tiere besitzen zwei ovale Kerne von 15—20 μ Länge und 8—10 μ Breite und zwei runde Nebenkerne von ca. 2 μ Durchmesser. Levander [53] gibt dagegen nur einen wurstförmigen Kern an. Die Kerne lagen meist je einer in der vorderen und hinteren Körperhälfte; dicht neben ihnen je einer der runden Nebenkerne.

Tintinnopsis tubulosa (Levander).

Von dieser Art stand mir reichliches, in Alkohol konserviertes Material zur Verfügung. Ich probierte eine Färbung mit dem Heidenhain'schen Gemisch, die jedoch für Weichkörperstudien nicht zu gebrauchen war, da sie nur eine ganz schwache Differenzierung ermöglichte und der Farbstoff sich aus dem Weichkörper selbst durch sehr langes Einwirken des Entfärbungsmittels nicht mehr entfernen ließ. Dagegen bewirkte diese Färbemethode ein deutlicheres Auftreten der Gehäuseringelung und Gehäusestruktur. Ich vermißte bei nur 11 von 259 in Glyzerin eingelegten Exemplaren die Ringelung des oralen Gehäuseteiles. Die Ringelung war auch ganz verschieden stark ausgebildet bei den einzelnen Exemplaren, so daß Übergänge zwischen den gar nicht und den stärker geringelten Exemplaren zu finden sind. Das Wohnfach scheint auch keine charakteristische Form zu besitzen. Ich fand Gehäuse mit stark aufgebauchtem Wohnfach, das Zwiebelform besaß und das scharf vom Gehäusehals abgesetzt war; aber auch Gehäuse, deren Hinterende nur eine kleine Aufbauchung erkennen ließ und deren Wohnfach ganz unmerklich in den Hülsenhals überging; ferner waren Zwischenformen zwischen diesen beiden Typen gar nicht selten (Taf. II Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8). Auch fand ich sowohl bei den stark als auch bei den schwach aufgebauchten Wohnfächern die Spitze mehr oder weniger abgestumpft, oder gar abgerundet. Der Gehäusehals war meist eine einfache zylindrische Röhre, doch fand ich auch einige wenige Exemplare, bei denen er sanfte Aufbauchung oder leichte Erweiterung gegen das orale Ende zu zeigte. Solche Erscheinungen waren jedoch so selten, daß ich sie nur als abnorme Erscheinungen auffassen möchte. Im allgemeinen entsprach die Gehäuseform jedoch den von Brandt [14] t. 24 abgebildeten Gehäusen. Ich fand aber auch des öfteren Formen, die den von Laackmann [49] als *Tps. lohmanni* aufgestellten und t. 1 f. 10 u. 11 gezeichneten Gehäusen entsprachen. Wegen der Gehäuseform, den später zu besprechenden Größenverhältnissen und der von Laackmann gezeichneten Ringelung, die jedoch mit den im Text angegebenen wulstigen Spiralringen nicht recht in Einklang zu bringen ist, möchte ich *Tps. lohmanni* (Laackmann) mit *Tps. tubulosa* (Levander) (Brandt) vereinigen. Eine Ringelung, wie sie Laackmann [49] für seine *Tps. lohmanni* zeichnete, habe ich bei fast allen *Tps. tubulosa*-Exemplaren bemerkt. Vielleicht haben wir es bei den weiter nach Westen vordringenden, kleineren Exemplaren, teilweise Laackmann's *Tps. lohmanni* entsprechend, mit Verkümmerungsformen von *Tps. tubulosa* zu tun; es wäre ja denkbar, daß *Tps. tubulosa,* da sie doch wahrscheinlich in dem salzigeren Wasser der westlichen Ostsee nicht mehr alle die günstigen Entwickelungsbedingungen wie im bottnischen und finnischen Meerbusen vorfindet, sich hier nicht mehr zu den großen Exemplaren zu entwickeln vermag. Zudem zeigt Laackmann's Tabelle, daß er diese Art immer nur vereinzelt in seinen Fängen gehabt hat. Maßgebend für die Verschmelzung dieser beiden Arten waren für mich die an 259 Exemplaren aus Fängen von den Stationen OA 70 (56° 01′ N, 15° 52′ O, 21 m tief) und OA 74 (55° 35′ N, 17° 15′ O, 20 m tief) der deutschen Ostseeterminfahrt August 1907 angestellten Messungen.

Dieselben ergaben, daß das Wohnfach bei allen Exemplaren, sowohl bei den sich *Tps. lohmanni* nähernden, als auch bei den größeren Gehäusen ungefähr gleich groß war. Laackmann gab für die Länge des Wohnfaches bei *Tps. lohmanni* 57—63 μ an. Im allgemeinen ist, wie die folgende Tabelle zeigt, diese Größe auch für die von mir gemessenen Exemplare am häufigsten. Länger als 63 μ habe ich nie ein Wohnfach gefunden; dagegen fand ich, daß bei sämtlichen Gehäusegrößen die Länge des Wohnfaches sich auf ca. 50 μ erniedrigen konnte. Ich glaube daher, die Länge des Wohnfaches für *Tps. tubulosa* (Lev.) [mit Einschluß von Laackmann's *Tps. lohmanni*] als zwischen 50 und 63 μ schwankend angeben zu können.

Was nun die Gesamtlänge der Gehäuse betrifft, so ergibt die Anzahl der gleichen Exemplare eine von Laackmann's *Tps. lohmanni*-Größe bis zu den ganz langen Gehäusen allmählich abfallende Kurve.

Gesamtlänge der Hülse in μ	A.				B.						
	75 bis 110	110 bis 120	120 bis 130	130 bis 140	140 bis 150	150 bis 160	160 bis 170	170 bis 180	180 bis 190	190 bis 200	200 bis 300
Anzahl	46	38	28	25	20	24	18	10	8	8	34
Anzahl bei einer Länge des Wohnfaches von 57—63 μ	30	29	22	17	15	20	15	7	6	6	27
Anzahl bei einer Länge des Wohnfaches von 50—57 μ	16	9	6	8	5	4	3	3	2	2	7

Abteilung A: Die Länge stimmt mit Laackmann's Angaben für *Tps. lohmanni* (Laackm.).

Abteilung B: Die Länge stimmt mit Brandt's Angaben für *Tps. tubulosa* (Levand.).

Als Länge für *Tps. tubulosa* geben ferner an: Nordquist 130—170 μ, Levander 81—119 μ und v. Breemen 100—136 μ.

Die Tabelle zeigt einen ganz allmählichen Übergang von der Größe der Laackmann'schen *Tps. lohmanni* in die der von Levander als *Tps. tubulosa* aufgestellten Form. Die Breite des Gehäusehalses schwankt auch unabhängig von den verschiedenen Längen stets zwischen 35 und 50 μ (meist ca. 40 μ) und die Breite des Wohnfaches zwischen 40 und 60 μ (meist ca. 50 μ).

Einige Schwierigkeiten, glaube ich, wird die Trennung von *Tps. tubulosa* und *Tps. lobiancoi* in gewissen Fällen bereiten; ich fand stark abgerundete Wohnfächer bei den verschiedensten Gehäuselängen; tritt nun zu einer solchen Abrundung auch noch das Fehlen einer stärkeren Auftreibung, so werden besonders größere Exemplare kaum von *Tps. lobiancoi* zu unterscheiden sein. Von *Cyttarocylis helix* unterscheidet sich *Tps. tubulosa* bei genauerer Untersuchung leicht durch die Gehäusestruktur; aber auch schon bei schwacher Vergrößerung zeichnet sich *Cytt. helix* durch seine längere Spitze und meist auch durch das Fehlen einer Aufbauchung aus. Diese längere Spitze, die ich bei sämtlichen Exemplaren von *Cytt. helix* bemerkt habe, habe ich dagegen bei keinem einzigen Exemplar von *Tps. tubulosa* gefunden. Ich glaube, durch diesen Unterschied sind diese beiden Arten schon bei schwacher Vergrößerung leicht zu unterscheiden. Etwas schwieriger wird sich bei schwacher Vergrößerung die Unterscheidung solcher Exemplare von *Tps. tubulosa,* die ein aufgebauchtes, abgerundetes und nicht scharf vom Hülsenhals abgesetztes Wohnfach besitzen, von *Cytt. helix* var. *c* (Brandt) gestalten. Hier entscheidet natürlich die Strukturverschiedenheit bei starker Vergrößerung; bei schwacher Vergrößerung jedoch ist die sichere Unterscheidung von *Cytt. helix* var. *c* (Brandt) und manchen Gehäusen von *Tps. tubulosa* wohl kaum durchführbar.

Die Struktur fand ich stets als gewöhnliche Tintinnopsis-Struktur. Neben der sehr zarten Primärstruktur zeigten die Hülsen eine feine, aber gut sichtbare, gröbere Sekundärfelderung. Die Gehäuse fand ich nie völlig aus den glänzenden Stücken zusammengesetzt, doch waren diese nicht gerade selten. Aber auch unzweifelhafte Fremdkörper (meist Bruchstücke von Diatomeen-Schalen) konnte ich auf vielen Gehäusen feststellen.

Der Weichkörper saß mit seinem, zu einem Stiel ausgezogenen, aboralen Ende häufig in der Gehäusespitze fest. Bei einigen Exemplaren war jedoch die Ansatzstelle weiter nach vorne im Gehäuse verlegt. So verschiedene Lagen der Ansatzstelle bemerkte ich sowohl bei ganz kurzen als auch bei

besonders langen Gehäusen. Die Ansatzstelle wird also mit der Gehäuselänge nicht in Zusammenhang stehen. Dagegen fand ich bei vorgestrecktem Tier die Ansatzstelle stets seitlich, meist ungefähr in der Mitte der Hülse. Ich nehme an, daß das Tier beim Schwimmen die Ansatzstelle seines Stieles von der Hülsenspitze nach der Hülsenöffnung hin verlegt. Beobachtungen an lebenden Individuen ergaben nie ein Rückwärtsschwimmen des Tieres. Das Tier besitzt zwei ca. 10—15 μ große Kerne mit je einem 2—3 μ großen Nebenkern.

Tintinnopsis (?) pellucida (Cleve).

Nur in einem Fange (Mai 1908) aus dem Stavanger-Fjord habe ich Vertreter dieser Art kennen gelernt. Der Form nach entsprachen die Gehäuse vollkommen den von Brandt [14] t. 23 f. 8 u. 14 und [11] t. 3 f. 11 abgebildeten; es waren schlanke, zylindrische Gehäuse, die sich gegen das aborale Ende etwas verengten, um dann mit einer neuen, trichterförmigen Erweiterung zu endigen (Taf. II Fig. 22).

Die Gehäuse waren sehr zart, zeigten aber ziemlich deutlich die feinen Primärwaben; von der unregelmäßigen Sekundärfelderung der übrigen Tintinnopsis-Gehäuse konnte auch ich nichts erkennen (Taf. II Fig. 23). Die glänzenden Partikelchen waren sehr klein und ziemlich spärlich auf der Gehäuseoberfläche verteilt. Von einer Ringelung der Gehäuse, die Cleve [20] und Jörgensen [42] für *Tintinnus bottnicus, Leprotintinnus bottnicus* und *Leprotintinnus pellucidus* (nach Brandt, 1907, identisch mit dieser Art) als charakteristisch angeben und die Brandt [11 und 15] bei einem Teil der grönländischen Gehäuse vermißt hat, habe ich bei meinen, allerdings nur wenigen Exemplaren, trotz wiederholter Untersuchungen nichts bemerken können. Auch Vanhöffen [74] zeichnet ein Exemplar dieser Art ohne Ringelung. Für die nach Brandt [15] ebenfalls hierher gehörende Art *Leprotintinnus pellucidus* (Cleve) zeichnet übrigens Jörgensen [44] selbst keine Ringelung. Die Länge einiger meiner Gehäuse ist auch etwas geringer als die von Brandt's grönländischen Exemplaren. Meine Gehäuse waren 140—230 μ lang und ca. 35 μ breit.

Das Tier sitzt mit seinem Stiel ungefähr in der Mitte des Gehäuses fest. Ein zweite Ansatzstelle am vorderen Körperteil habe ich bei mehreren Exemplaren bemerkt. Bei einem Individuum, das beim Konservieren offenbar mit starkem Ruck nach hinten geschnellt war, ragt der Weichkörper zur hinteren Öffnung des Gehäuses heraus; der Stiel ist aber noch (etwas hinter der Gehäusemitte) befestigt. Das Tier selbst hat sich auch mit seinem oralen Teile hinter die Ansatzstelle des Stieles zurückgezogen. *Tps. pellucida* besitzt 2 ovale Kerne, die ungefähr in der Mitte des Weichkörpers liegen und eine Länge von 13—15 μ und eine Breite von ca. 7 μ besitzen. Dicht neben den Kernen bemerkte ich je einen schwächer gefärbten, ca. 1 μ großen Nebenkern.

Tintinnopsis sacculus (Brandt) var. *magna* n. v.

Im Februar 1908 fand ich bei Skagen (Station K 9 (57° 47′ N, 10° 40′ O) und K 7 (57° 15′ N, 10° 46′ O) der deutschen Terminfahrten) eine Tintinnopsis-Form — leider nur in wenigen Exemplaren —, die in Gestalt und Struktur sehr an *Tps. sacculus* (Brandt) erinnerte (Taf. II Fig. 1). Die Gehäuse waren breit und kurz, am aboralen Ende abgerundet; am meisten ähnlich waren sie der Gestalt nach dem von Brandt [14] t. 19 f. 8 abgebildeten Exemplare. Die Strukturuntersuchungen ergaben auch eine sehr deutlich sichtbare Primärstruktur und eine nur undeutliche Sekundärfelderung (Taf. II Fig. 25). Glänzende Partikelchen waren fast stets klein, aber nicht ganz so spärlich wie bei Brandt [14] t. 19 f. 13. Hierin stimmten also die von mir gefundenen Gehäuse mit denen von Brandt als *Tps. sacculus* beschriebenen überein. Die Größenmessungen ergaben jedoch einen wichtigen Unterschied. Die von mir bei Skagen gefundenen Gehäuse hatten eine Länge von ca. 170—175 μ und eine Breite an der Hülsenöffnung von 140—145 μ. Das sind also ungefähr gerade doppelt so große Maße, wie Brandt für die im Karajak-Fjord gefangenen Exemplare von *Tps. sacculus* angibt. Ich glaube daher die von mir bei Skagen gefangenen Tiere als besondere Varietät aufstellen zu müssen. Ich fand zwei ovale Kerne von ca. 16 μ Länge und 8 μ Breite. Nebenkerne habe ich nicht bemerken können.

Die Beobachtung lebender Tiere ergab, daß das Tier im ruhenden Zustande in der Mitte der Gehäuserundung, beim Schwimmen aber seitlich ungefähr in der Mitte sich mit einem Stiel festgesetzt

hatte, der allmählich in den Körper überging. Ein Exemplar zeigte ein Jugendstadium; der Weichkörper, noch ohne ausgebildeten Wimperplattenkranz, saß hinten in der Mitte des Gehäuses fest; das Tier war zu dunkel gefärbt, so daß man nur undeutlich zwei ovale Kerne von ca. 15 μ Länge ungefähr in der Mitte des Tieres zusammengelagert erkennen konnte.

Formenkreis von *Cyttarocylis denticulata.*

Exemplare aus diesem Formenkreis standen mir zur Verfügung im Material aus der Nordsee, der norwegischen Küste (südlich von Stavanger), aus dem Skagerrak, dem Kattegat und dem großen Belt. Bei meinen wenigen Fängen aus dem Kieler Hafen habe ich (wie auch Laackmann) hierher gehörende Individuen nicht gefunden. Wohl aber fand ich bei den Zählungen des Ostseematerials der deutschen Terminfahrt August 1907 eine leere Hülse von *Cytt. denticulata* var. *media* (Brandt) im Fange der Station OA 94 (56° 56′ N, 20° 05′ O, aus einer Tiefe von 158—75 m) und ein Exemplar dieser Varietät mit gut erhaltenem Weichkörper im Fange der Station OA 96 (57° 16′ N, 20° 04′ O, Gotlandtiefe, aus einer Tiefe von 210—75 m). Hier also muß das Tier noch gelebt haben, wenn es auch wahrscheinlich die für die Fortpflanzung nötigen Verhältnisse vermißt hat.

Die kleine Hochseeform *Cytt. edentata* (Brandt) traf ich nur vereinzelt und als leere Gehäuse an der norwegischen Küste, auch innerhalb der Fjorde. Diese Funde beeinträchtigen aber natürlich keineswegs den Charakter dieser Art als Hochseeform, da die leeren Gehäuse ja leicht an die Küste verschlagen werden können. Die Gehäusestruktur entspricht ungefähr derjenigen von *Cytt. deuticulata* var. *typica*. Die Gehäuse hatten eine Länge von ca. 145 μ und eine Breite von ca. 45 μ.

Der weitaus größte Teil jedoch der in diesen Formenkreis gehörenden, von mir untersuchten Exemplare entsprach *Cytt. denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgensen). Viel seltener fand ich in meinem Material *Cytt. denticulata* var. *cylindrica* (Jörg.) und einmal auch die von Jörgensen [41] aufgestellte Form *Cytt. denticulata* var. *cylindrica* forma *ventricosa* an der norwegischen Küste. Die Varietäten *subrotundata* und *media* habe ich nur sehr selten gehabt, *robusta* und *gigantea* fehlten meinem Material völlig. An den Gehäusen bemerkte ich außer der für diesen Formenkreis typischen, aus meist regulären Sechsecken bestehenden Sekundärfelderung auch die von Biedermann [8] entdeckten, feinen, sechseckigen Primärwaben in den Feldern. In den Netzbalken die Primärwaben zu erkennen, ist mir nicht gelungen. Die großen, aus ziemlich dicken Netzbalken gebildeten Sechsecke werden gegen den Mündungsrand hin allmählich kleiner, unregelmäßiger und zartwandiger. Als ganz kleine, unregelmäßig geformte Maschen gehen sie schließlich auch noch in die Zähne des Mündungsrandes der Hülse hinein.

Die Tiere sitzen mit dem zu einem elastischen Stiel ausgezogenen, aboralen Körperteile im hinteren Drittel des Gehäuses stets exzentrisch fest. Weitere Ansatzstiele am vorderen Körperteile, wie ich z. B. bei *Ptychocylis urnula* häufig einen bemerkte, habe ich auch bei Exemplaren aus diesem Formenkreise, allerdings selten, gesehen. Brandt [14 u. 15] hat zum ersten Male einen solchen zweiten Ansatz erwähnt und auch abgebildet. Mir ist es gelungen, denselben nicht nur verschiedene Male bei *Cytt. denticulata typica* nachzuweisen, sondern ich beobachtete auch Exemplare mit mehr als zwei Ansätzen (Taf. III Fig. 68). Der oder die vorderen Ansätze waren verschieden weit gegen den oralen Körperteil hin vorgeschoben; ein Exemplar zeigte z. B. den zweiten Ansatz dicht unter dem Peristomfeld; ein anderes zeigte außer der gewöhnlichen hinteren Ansatzstelle noch zwei weitere, die aber beide weit hinten am aboralen Körperteile lagen. Jedenfalls darf man wohl die vordere Ansatzstelle nicht als charakteristisch betrachten. Daß der zweite Ansatz bei den Individuen dieses Formenkreises viel seltener ist, als z. B. bei der in der Spitze festsitzenden *Ptychocylis urnula,* läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß das Tier bei der exzentrischen Ansatzstelle seines Stieles zur Drehung der Hülse viel weniger Kraft braucht und der Gefahr des Abdrehens des Stieles weniger ausgesetzt ist, als die nur in der Gehäusespitze festsitzenden Tintinnodeen.

Meine Beobachtungen an lebenden Exemplaren ergaben, daß das Tier beim Schwimmen sich meist nur nach vorwärts bewegt. Beim Schwimmen streckt es sich mit seinem Weichkörper vorn aus dem Gehäuse heraus und legt sich mit dem Peristomfeld auf den gezähnten Mündungsrand des Gehäuses. Schon bei mäßiger Beunruhigung zieht es sich sehr rasch in den hinteren Gehäuseteil zurück. Den Stiel

sah ich dabei häufig sich erst in Falten legen; durch das Abströmen des Protoplasma in den Körper nimmt der Stiel dann allmählich wieder seine kurze, gerade Gestalt an.

Bei mehreren Individuen bemerkte ich deutlich am aboralen Körperteile die Afteröffnung; man konnte sehr deutlich das Ausmünden der Vakuolen sehen (Taf. III Fig. 72). Innerhalb des Wimperplattenkranzes bemerkte ich bei lebendem Material eine feine, ganz zarte Bewimperung und seitlich zwischen Stirnkegel und Wimperplattenreihe eine vor- und einstülpbare Mundöffnung.

Durch Schnitte parallel zum Peristomfeld stellte ich bei *Cytt. denticulata typica* 18 Wimperplatten fest und kann somit die Angabe Jörgensen's bestätigen. Die Wimperplatten besaßen eine Länge von 20—25 μ und eine Breite von ca. 4 μ (Taf. II Fig. 27). Im Inneren des Protoplasmas fand ich eine Menge kleiner Fettkügelchen, die sich bei der Behandlung mit Osmium-Säure schwarz färbten. Eine oder mehrere Nahrungsvakuolen habe ich häufig bemerkt; manchmal war der Weichkörper ganz von solchen erfüllt. Die Kerne waren meist je einer im vorderen und im hinteren Körperteile gelegen, selten habe ich beide zusammen vorn oder hinten liegend angetroffen.

Cyttarocylis edentata (Brandt) und variatas *parundentata.*

Leere Hülsen dieser Spezies fand ich an der norwegischen Küste und auch in den norwegischen Fjorden auf den deutschen Terminfahrten November 1907 und Februar 1908. In einem Oberflächenfange von Stavanger (November 1907) fand ich ein Exemplar von *Cytt. edentata* var. *parundentata* mit gut erhaltenem Weichkörper. Die Ansatzstelle des dicken Stieles war ziemlich weit hinten an der Gehäusewand. Das Tier besaß zwei länglich-ovale Kerne von 8—12 μ Länge und 5—6 μ Breite. Die rundlichen Nebenkerne hatten einen Durchmesser von 1 μ. Das Gehäuse dieses Tieres war 125 μ lang und 35 μ breit. Der Mündungsrand des Gehäuses war schwach gezähnt und leicht nach außen gebogen.

Cyttarocylis denticulata (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Zu dieser Varietät gehörende Individuen bildeten die Hauptmasse meines *Cytt. denticulata*-Materials; ich habe sie gefunden in der Nordsee, südlich bis Helgoland, im Skagerrak und Kattegat, und nur ganz vereinzelt noch im großen Belt. Die Gehäuse besaßen eine Länge von 150—190 μ und eine Breite an der Öffnung von 35—50 μ. Die Kerne besaßen länglich-ovale Gestalt und waren 10—15 μ lang und 5—8 μ breit. Dicht neben den Kernen lag je ein runder, ca. 2 μ großer Nebenkern.

Cyttarocylis denticulata (Ehrbg.) var. *media* (Brandt).

Die Gehäuse dieser Varietät sind ungefähr ebenso lang, wie die der vorhergehenden, ich maß 140—175 μ Länge. Dagegen ist die Breite an der Gehäuseöffnung bedeutend größer wie bei *typica,* wodurch die Gehäuse eine plumpere Gestalt bekommen. Für die Gehäusebreite ergaben meine Messungen 60—65 μ. Ich fand diese Varietät in Nordseematerial von der norwegischen Küste, und außerdem eine leere Hülse und eine solche mit gut erhaltenem Weichkörper in der Gotland-Tiefe (siehe Abschnitt VI dieser Arbeit). Die Tiere besitzen zwei ovale Kerne von 10—17 μ Länge und 5—8 μ Breite. Meist dicht neben den Kernen lag je ein runder, ca. 2 μ großer Nebenkern.

Cyttarocylis denticulata (Ehrbg.) var. *cylindrica* (Jörg.).

Die Gehäuse dieser Varietät unterscheiden sich von den beiden vorhergehenden dadurch, daß sie zylindrische Form besitzen und nicht allmählich, sondern mit einer raschen Biegung in eine mehr oder weniger kurze Spitze auslaufen. Die Gehäuselänge fand ich ziemlich schwankend; sie betrug 160—290 μ; die Breite schwankte zwischen 50 und 75 μ. Die Spitzenlänge betrug 5—50 μ, meist ca. 15—25 μ. Die Spitze eines sicher hierher gehörenden Gehäuses von 280 μ Länge zeigte am Ende seiner 35 μ langen Gehäusespitze ein Knötchen, wie es Brandt [14] für var. *gigantea* t. 38 f. 8 u. 9 abgebildet hat. Das Gehäuse zeigte aber die zylindrische, rasch in eine Spitze auslaufende Form der typischen Exemplare von var. *cylindrica.* Die Kerne waren oval, 10—15 μ lang und 7—10 μ breit. Ein Exemplar zeigte sehr deutlich

zwei runde Kerne von je 8 μ Durchmesser. Sowohl neben diesen, als auch neben den gewöhnlich gestalteten Kernen bemerkte ich stets je einen runden, ca. 2 μ großen Nebenkern. Exemplare dieser Varietät waren nicht gerade selten in meinem norwegischen Material. Bei Skagen fand ich auch eine Hülse der von Jörgensen [41] aufgestellten *Cytt. denticulata* var. *cylindrica* forma *ventricosa*. Die Länge dieses Gehäuses betrug 305 μ, die Breite am Mündungsrand 69 μ, die größte Breite an der ausgebauchten Stelle 103 μ.

Cyttarocylis denticulata (Ehrbg.) var. *subrotundata* (Jörg.).

Diese Varietät ist besonders gekennzeichnet dadurch, daß ihr die Gehäusespitze ganz fehlt oder doch nur ganz kümmerlich angedeutet ist. Von Gehäusen der Varietät *cylindrica* mit ganz kleinen Spitzen unterscheidet sie sich durch die mehr konische Form ihres Gehäuses, die kräftigere Ausbildung der Netzbalken und etwas abgerundete Felder. Ich habe zwei Exemplare dieser Varietät im Material von der norwegischen Küste (Stavanger) kennen gelernt. Die Gehäuse hatten eine Länge von 150 und 260 μ, eine Breite an der Hülsenöffnung von 65 und 110 μ. Die Tiere besaßen je 2 rundlich-ovale Kerne von ca. 12—15 μ Durchmesser; neben jedem Kern lag ein runder, ca. 2 μ großer Nebenkern.

Cyttarocylis serrata (Möbius).

Ein Augustfang 1907 brachte mir aus dem Stavanger-Fjord sieben Exemplare dieser Art. Diese stets gezähnten Gehäuse waren unter sich ziemlich gleich. Sie entsprachen in bezug auf die Weite an der Hülsenöffnung und auf die Struktur den typischen Exemplaren von Brandt's *Cytt. serrata* (Möbius), dagegen waren die Gehäuse kürzer und besaßen keinen Wulstring. Meine Exemplare erinnerten dadurch an *Cytt. serrata* (Möbius) var. *a* (Brandt), daß sie bei gleicher Breite eine geringere Länge als die typischen Exemplare Brandt's besaßen und daß ein Wulstring am oralen Gehäuseteil nicht vorhanden war (Taf. III Fig. 74). Die Länge der Hülsen betrug mit Spitze 215—230 μ; die Spitze war ca. 40—50 μ lang; die Hülsenbreite am oralen Ende schwankte zwischen 105 und 110 μ. Von einem Wulstring konnte ich selbst bei 1060facher Vergrößerung nur bei drei Exemplaren eine ganz leichte Andeutung wahrnehmen, viel schwächer als bei den von Brandt [14] t. 39 abgebildeten Gehäusen. Die Abbildungen, die Entz jun. [35] von dieser und der folgenden Art gibt, sind ebenso mangelhaft wie die übrigen. Von Struktur ist nichts zu erkennen; ebensowenig ist ein Unterschied in der Gehäusespitze gezeichnet. Ein so plumpes Gehäuse, wie es Entz von *Cytt. serrata* t. 3 f. 10 abbildet, habe ich nie gesehen; auch stimmt die Länge (75 μ) durchaus nicht mit den seitherigen Angaben (230—335 μ). Das einzige, was zu *Cytt. serrata* paßt, ist der Zahnrand an der Hülsenöffnung. Ungezähnte Exemplare von *Cytt. serrata* wurden bisher nie beobachtet; Entz bildet zwar ein solches Gehäuse ab (t. 3 f. 4), allein die am Hinterende bei *Cytt. serrata* nie auftretenden Spiralringe sprechen mehr für *Cytt. ehrenbergi*. Für die Mangelhaftigkeit der Zeichnungen sprechen die Figuren t. 3 f. 4 u. 6, die zwar verschiedene Arten darstellen sollen, die aber tatsächlich keine Unterschiede aufweisen.

Ein Exemplar zeigte sehr deutlich eine zweite Ansatzstelle seitlich, ungefähr in der Mitte des Gehäuses. Durch mehrfaches Zeichnen eines von oben sichtbaren Wimperplattenkranzes ist es mir gelungen, die Zahl der Wimperplatten bestimmt auf 16 festzulegen. Die beiden Kerne waren länglich-oval und hatten eine Länge von 20—25 μ, eine Breite von 12—15 μ. Neben den Kernen lag je ein runder, ca. 2 μ großer Nebenkern. Bei einem Exemplar von *Cytt. serrata* bemerkte ich hartschalige Peridineen (Dinophysis) als Nahrung (Taf. III Fig. 74).

Cyttarocylis ehrenbergi (Clap. et Lachm.).

Nur ganz wenige Exemplare dieser Art standen mir zur Verfügung. Das Material, aus dem diese stammten, war auf der Augustfahrt 1907 im Stavanger-Fjord gefischt. Ich fand eine ganz deutliche, schon bei schwacher Vergrößerung gut sichtbare Trennung in Außen- und Innenlamelle; der Zwischenraum war mit einer ein- bis dreifachen Schicht von Sekundärwaben ausgefüllt. Die Dicke der Gehäusewand war nicht bei allen Individuen gleich; die größte Dicke betrug ca. 5 μ. Die Außenlamelle legt sich an der Spitze zu drei Hochfalten zusammen, die durch verschiedene Einstellung leicht deutlich sichtbar gemacht

werden können. Ich fand die Spitze nie hohl wie bei *Cytt. serrata,* kann also die Angaben von v. Daday [29], Jörgensen [41], van Breemen [16] und Brandt [14] bestätigen. Die Gehäuse waren ungezähnt und hatten eine Länge von 220—250 μ; die Breite der Hülsenmündung schwankte zwischen 90 und 110 μ.

Der Weichkörper war leider nur bei einem Exemplar gut erhalten und zeigte zwei große, ovale Kerne von ca. 25 μ Länge und ca. 15 μ Breite. Neben jedem Kern bemerkte ich je einen ca. 3 μ großen, runden Nebenkern. Eine deutliche Ansatzstelle bemerkte ich seitlich dicht über der Spitze, eine zweite, ebenfalls sehr deutlich, etwas hinter der Gehäusemitte.

Von den in nordeuropäischen Meeren konstatierten Varietäten *claparedii* (v. Dad.) und *helgolandica* (Brandt) habe ich keine Exemplare in meinem Material gefunden.

Cyttarocylis helix (Clap. et Lachm.).

Typische Exemplare dieser Art fand ich in einem Fang von Mitte Juli 1908 auf dem Stollergrund (Eingang der Kieler Föhrde). Dagegen habe ich in dem Material der Augustfahrt 1907 weder in der westlichen, noch in der östlichen Ostsee hierher gehörende Individuen bemerkt, obwohl ja gerade der Monat August als der Entwickelung dieser Art besonders günstig beschrieben wurde und obwohl ich beim Zählen meines Materials ganz besonders auf die Tintinnodeen geachtet habe. In meinem Material vom Stollergrund fand ich nur Gehäuse mit mehr oder minder (selten) stark hervortretenden Spiralleisten. Der Abstand der einzelnen Umgänge der Spiralleiste wurde gegen das orale Gehäuseende zu häufig geringer. Gehäuse ohne Spiralleisten, also solche, die var. *a* (Brandt) entsprechen würden, habe ich nicht bemerkt; desgleichen keine Exemplare der var. *b cochleata* (Brandt). Meine Gehäuse waren 160—185 μ lang und am oralen Teile ca. 40 μ breit. Die Gehäuse waren zylindrisch, verjüngten sich aber von ungefähr der Mitte ab allmählich zur Spitze, die häufig etwas zur Seite gebogen war. Meine Glyzerin-Präparate zeigten vor allem die ziemlich deutliche Sekundärfelderung, die aus ungefähr gleich großen, jedoch nicht regulären Sechsecken bestand, entsprechend den Zeichnungen in Brandt's Atlas [14]. Stärkere Vergrößerung ließ auch die Primärwaben ganz gut sichtbar werden. Die glänzenden Partikelchen waren am oralen Gehäuseteil klein und spärlich, gegen die Spitze hin wurden sie jedoch reichlicher und auch größer. Eigentliche Fremdkörper, z. B. Diatomeen-Schalen, waren auf den Hülsen jedoch sehr selten. Die Abbildungen, die Entz jun. [35] gibt, berücksichtigen leider die Gehäusestruktur gar nicht; es ist daher eigentlich unmöglich, mit Sicherheit die Figuren zu deuten. Von den sechs Abbildungen schienen mir noch am ersten die Figuren t. 5 f. 10 u. 11 hierher zu gehören, doch ist die Hülsenlänge bei *Cytt. helix* seither stets bedeutend größer angegeben worden; t. 3 f. 3 zeigt gar keine glänzenden Partikelchen; die hier fehlende Spitze scheint mir abgebrochen zu sein; t. 4 f. 6 zeigt eine Erweiterung des Mündungsteiles am oralen Ende und eine starke, plötzliche Aufbauchung des Gehäuses kurz vor der Zuspitzung. Was die stachelartigen Gebilde bei den Abbildungen t. 4 f. 7 u. 8 bedeuten, ist mir unklar. Auch gibt mir die Arbeit von Entz wegen der unverständlichen, ungarischen Sprache keinen Aufschluß über ihre Beschaffenheit. Meines Erachtens können überhaupt Arbeiten, die in so wenig gebräuchlicher Sprache geschrieben sind, keinen vollen Anspruch auf Berücksichtigung haben.

Der Weichkörper ist ziemlich weit hinten, kurz vor der eigentlichen Spitze seitlich mit einem Stiele befestigt; eine vordere Ansatzstelle habe ich nicht bemerkt. Das Tier besitzt zwei rundlich-ovale Kerne von ca. 12—15 μ Durchmesser; ich fand stets je einen in der vorderen und hinteren Körperhälfte gelagert. Ziemlich dicht neben jedem Kern lag je ein runder Nebenkern von schwach 2 μ Durchmesser.

Formenkreis von *Ptychocylis urnula.*

Aus diesem Formenkreis hatte ich nur *Pt. urnula* (Clap. et Lachm.) und *Pt. urnula* var. *pelagica* (Brandt) zur Untersuchung. Die übrigen von Brandt unterschiedenen Formen: *Pt. urnula* var. *acuta, Pt. obtusa, Pt. obtusa* var. *drygalskii* und *Pt. arctica* hatte ich nie in meinem Material gefunden. Exemplare aus diesem Formenkreise habe ich außer an der norwegischen Küste auch in der südlichen Nordsee bis zur Doggerbank, ferner im Skagerrak und im Kattegat gefunden. Im großen Belt jedoch, ebenso in der

Kieler Bucht und bei den Untersuchungen am Material der Ostsee-Augustfahrt 1907 habe ich nie Vertreter dieses Formenkreises bemerkt.

Ptychocylis urnula (Clap. et Lachm.).

Pt. urnula gehört mit zu den Arten, von denen mir am reichlichsten Material zur Verfügung stand. Auf den deutschen Terminfahrten fand ich sie in großen Mengen an der norwegischen Küste, am reichlichsten im November; vereinzelte Exemplare bemerkte ich auch in der Nordsee, südlich bis zur Doggerbank und im Kattegat. Ganz auffallend massenhaft fand ich diese Art im November 1907 im Hafen von Stavanger. Ich hatte da reichlich Gelegenheit, diese Tiere auch lebend zu beobachten. Über einige Fortbewegungs-Erscheinungen von *Pt. urnula* werde ich unten berichten.

Das Tier sitzt mit dem zu einem Stiel ausgezogenen Hinterende seines Weichkörpers in der Spitze des Gehäuses fest. Nur einmal habe ich ein konserviertes Exemplar seitlich an der Hülsenwand etwas oberhalb der Spitze festsitzend gefunden; auch in diesem Falle bemerkte ich noch zwei weitere, vordere Ansatzstellen (siehe weiter unten).

Häufig habe ich auch den von Brandt [15] zuerst beschriebenen Zapfen an der Seite des Vorderendes des Tieres bemerkt, der an der Innenwand der Hülse befestigt schien. Bei einem Exemplar fand ich sogar außer dem hinteren Ansatz noch mehrere vordere Ansatzstellen. Daß man einen vorderen Ansatz bei *Pt. urnula* häufiger bemerken kann wie bei *Cytt. denticulata,* rührt vielleicht daher, daß die seitliche Lage der Ansatzstelle des hinteren Stieles bei letzterem das Mitdrehen der Hülse bedeutend erleichtert.

Der Plasmakörper war häufig stark angefüllt mit kleinen, glänzenden Tröpfchen, die sich bei der Behandlung mit Osmiumsäure schwarz färbten, und die ich daher als Fetttröpfchen bezeichnen möchte. Nahrungsvakuolen waren gar nicht selten; manchmal erfüllten sie den ganzen Plasmaleib. Häufig fand ich ungefähr in der Mitte des Weichkörpers eine ziemlich große Vakuole ohne festen Inhalt, die ich als pulsierende Vakuole deuten möchte (Taf. III Fig. 67). Jörgensen [41] p. 21 erwähnt im hinteren Teile des Tieres eine große Vakuole.

Das Peristom ist besetzt mit kräftigen Wimperplatten, deren Zahl, die bereits Jörgensen richtig angegeben hat, auch ich bei mehreren Exemplaren als 16 bestimmt habe. Die Wimperplatten haben eine Länge von 20—25 μ und eine Breite von ca. 5 μ. Innerhalb dieses Wimperplattenkranzes sah ich bei lebenden Tieren eine feine Bewimperung und den fortwährend sich ein- und ausstülpenden, etwas exzentrisch liegenden Mund. Die Bewegung der feinen Wimpern bemerkte ich besonders schön bei ruhig liegenden Wimperplatten. Ich vermute, daß die feine Bewimperung bei den Tintinnodeen zum Hineinstrudeln von frischem Wasser und Nahrungsteilchen in die Mundöffnung dient; ob die Wimperplatten beim Schlagen außer zur Fortbewegung auch noch zum Herbeistrudeln von Wasser und Nahrung dienen, wage ich nicht zu entscheiden.

Im Innern des Weichkörpers fand ich bei einem Exemplar ein von einer anscheinend ziemlich festen Hülle umgebenes Gebilde, das ich nicht bestimmen konnte; es ist möglich, daß es sich hier um einen Parasiten handelt. Es unterschied sich jedoch sehr deutlich von den später zu besprechenden Sporocysten, die Entz, v. Daday und Lohmann als parasitische Gebilde auffassen.

Die Anlage eines zweiten Wimperplattenkranzes habe auch ich einige Male gefunden, ohne daß bereits Veränderungen an den Kernen wahrnehmbar gewesen wären. Bei konserviertem Material bemerkte ich häufig, daß der Weichkörper ganz in den hinteren Gehäuseteil zurückgezogen war, diesen vollständig ausfüllend. Das Tier besaß stets vier große, länglich-ovale, sehr selten runde Kerne von 10—17 μ Länge und ca. 5—8 μ Breite. Als Nebenkerne möchte ich zwei kleinere Kerngebilde deuten, die fast stets rundliche Form besaßen und nie so intensiv gefärbt waren, wie die vier Kerne selbst. Auch kam es vor, daß die Hauptkerne deutliche Körnchenstruktur besaßen, während die zugehörigen Nebenkerne einen homogenen Eindruck machen. In Jugendstadien (noch ohne Wimperplattenkranz, den einkernigen von *Cytt. denticulata* entsprechend) fand ich 2 große, ovale Hauptkerne und einen runden, etwas helleren Nebenkern (Taf. III Fig. 62). Diese Nebenkerne besaßen einen Durchmesser von ca. 5 μ. Bei einem dreikernigen Individuum waren die beiden runden Nebenkerne an je einem Ende eines Kernes gelagert (Taf. III Fig. 65); vielleicht zeigt sich

uns hier die Bildung eines vierten Kernes durch Teilung des dritten, wobei dann die beiden Nebenkerne in Tätigkeit treten würden. Kerne und Nebenkerne waren meist, wie auch bei anderen Tintinnodeen, von einem helleren Hofe umgeben. Ob derselbe durch Zusammenziehung der Kernsubstanz entstanden, oder ob letztere in eine Flüssigkeit eingelagert ist, vermochte ich nicht festzustellen. Die Kerne waren häufig in Gruppen zu je 2 Kernen und einem Nebenkern zusammengelagert im hinteren Körperteile; doch fand ich auch ganz unregelmäßige Lagerung. Bei ausgestreckten Individuen fand ich stets im vorderen Körperdrittel drei Kerne und zwei Nebenkerne, in der Mitte des Weichkörpers befand sich eine größere Vakuole und erst im hinteren Körperdrittel war der vierte Kern gelagert (Taf. III Fig. 67).

Die Gehäuseform entsprach im allgemeinen den von Brandt [14] t. 57 f. 1 u. 2 gegebenen Abbildungen der typischen *Ptychocylis urnula*. Der dritte Wulstring war teils mehr, teils weniger stark ausgebildet. Die Länge der von mir gemessenen Gehäuse schwankt zwischen 100 und 135 μ. Die Gehäusewand zeigte, entsprechend den Beschreibungen, die Biedermann und Brandt gegeben haben, außer der feinen Primärwabenstruktur, die bei Glyzerin-Präparaten ganz gut sichtbar wurde, noch eine viel leichter sichtbare, unregelmäßige Felderung durch die Ausbildung von feinen, am vorderen Wulstring und dem Hinterende stärker entwickelten Hochfalten der Außenlamelle.

Ptychocylis urnula (Clap. et Lachm.) var. *pelagica* (Brandt).

Diese Varietät fand ich ebenfalls häufig an Norwegens Küste, auch noch lebend in den Fjorden. Die Behauptung Brandt's, daß wir es hier mit einer eupelagischen Form zu tun haben, wird aber hierdurch ebensowenig gestört, wie die Bezeichnung von *Cytt. edentata* als Hochseeform durch gelegentliches Erscheinen an der Küste. Es ist selbstverständlich leicht möglich, daß Hochseeorganismen an die Küste getrieben werden. Das verhältnismäßig seltene Vorkommen dieser Varietäten an der Küste im Vergleich zu ihrem Vorkommen auf hoher See scheint mir gerade noch für obige Behauptung zu sprechen.

Außer den Unterschieden zwischen der typischen *Pt. urnula* und dieser Varietät, die Brandt in bezug auf die Gehäuse bereits festgestellt hat, konnte ich keine finden. Die Gehäuse zeigen meist nur den vorderen Wulstring kräftig entwickelt; der zweite Ring war, wenn überhaupt vorhanden, nur angedeutet durch eine leichte Ausbauchung (nicht Verdickung, wie beim ersten Wulstringe) der Gehäusewand. Der dritte Ring war bei manchen Exemplaren nicht einmal durch eine abgerundete Kante angedeutet; die Hülsenwand verlief mitunter ganz allmählich und gleichmäßig vom vorderen Wulstringe bis zur Spitze. Die feinen Primärwaben und die gröbere Sekundärstruktur waren bei Glyzerin-Präparaten ganz gut zu erkennen. Die Gehäuselänge betrug 75—130 μ.

Der Weichkörper sitzt, wie bei *Pt. urnula,* in der Spitze des Gehäuses mit einem Stiele fest. Vordere Ansatzstellen habe ich auch bei dieser Varietät bemerkt. Das Tier besitzt ebenfalls vier länglich-ovale Kerne von 8—15 μ Länge und 5—8 μ Breite, ferner zwei große, runde Nebenkerne von ca. 4 μ Durchmesser. Auch die Kernlage in Gruppen von je zwei Kernen und einem Nebenkern ist die gewöhnliche. Daß die Kerne der var. *pelagica* vielleicht um ein wenig kleiner sind als die der typischen *Pt. urnula,* dürfte wohl von den allgemeinen Größenunterschieden herrühren.

Tintinnus subulatus (Ehrbg.) und var. *kiliensis* (Laackm.).

Ich habe von *T. subulatus* sowohl Exemplare untersucht, deren Gehäuse den typischen von Brandt [14] t. 65 f. 1 u. 2 als auch solche, deren Gehäuse den von Laackmann [49] t. 1 f. 1 u. 2 als *T. subulatus* var. *kiliensis* abgebildeten entsprachen. Gehäuse, die bestimmt dieser letzteren Varietät zugerechnet werden mußten, habe ich nur ganz selten gefunden.

Mein Material stammt größtenteils aus dem Stavanger-Fjord und aus der Nordsee bei Helgoland. Ob sich die typischen *T. subulatus*-Gehäuse von denen der var. *kiliensis* immer gut trennen lassen, erscheint mir fraglich. Ich fand verhältnismäßig viele Gehäuse, die nach Laackmann der Länge nach (150—155 μ) zu var. *kiliensis* gerechnet werden müßten, die aber ein ganz allmählich sich zuspitzendes Gehäuse mit einer langen, feinen Spitze besaßen. Ferner fand ich unter etwas längeren Gehäusen (170—185 μ) solche, die bei zylindrischem Gehäuse rasch zu einer ziemlich langen Spitze auslaufen (Taf. II Fig. 19). Ein Exemplar

zeigte auch allmähliche Zuspitzung des Gehäuses zu einer ganz kurzen Spitze. Der Beginn des sich zuspitzenden Teiles war aber auch bei den typischen *T. subulatus*-Gehäusen stets verschieden weit zur Hülsenöffnung vorgeschoben. Dasselbe zeigen auch die von Brandt [14] t. 65 abgebildeten Gehäuse von *T. subulatus*. Häufig begann der sich zuspitzende Gehäuseteil bald hinter den Spiralringen. Meine Messungen ergaben, daß sämtliche Maße sehr schwankend waren (Länge 150—280 μ), mit Ausnahme der Breite an der Hülsenöffnung, die fast stets 18—20 μ betrug. Auch die Anzahl der Spiralringe war meist verschieden. Auch Claparède et Lachmann [19] erwähnen die Länge der feinen Spitze, sowie die Neigung des konischen Teiles zur Axe, d. h. die raschere oder allmählichere Zuspitzung der Gehäuse, als sehr variabel. Mereschkowsky [60] zeichnet ein langes, zylindrisches Gehäuse von *T. ussowi* (sicher identisch mit *T. subulatus*) aus dem Weißen Meere, das rasch zu einer ganz kurzen Spitze ausläuft, das aber stark ausgebildete Spiralringe aufweist, während Laackmann für seine zylindrische var. *kiliensis* viel zartere Spiralringe als typisch erklärt. Auch nach den Größenverhältnissen gehört das von Mereschkowsky abgebildete Gehäuse zu den typischen *T. subulatus*-Gehäusen. Nach Ehrenberg [31] waren ferner bei typischen *T. subulatus*-Gehäusen nur leichte Querriefen vorhanden. Ich habe zuwenig Material dieser Gruppe untersucht, um mir ein sicheres Urteil über die Notwendigkeit der Trennung dieser beiden Varietäten auf Grund der Gehäuseform und Größe zu erlauben. Laackmann [49] gibt noch einen sehr wichtigen Unterschied im Weichkörper der beiden Varietäten an: die Nebenkerne der var. *kiliensis* sollen stets größer sein, wie die der typischen Exemplare.

Der sehr zarte Weichkörper war seitlich im hinteren Gehäusedrittel mit einem ganz feinen, auffallenderweise nicht allmählich in den Körper übergehenden Stiele festgesetzt. Beim Zurückschnellen des Tieres habe auch ich die von Laackmann [49] beobachtete Schlingenbildung des Stieles bemerkt; von einem Loslösen desselben konnte ich jedoch nichts erkennen. Beim zurückgezogenen Tier wölbte sich der Stirnkegel gewöhnlich ziemlich stark vor; die Wimperplatten, deren Anzahl nach von Daday [29] 18 beträgt, legten sich dann dicht an den Stirnzapfen an und waren deshalb bei konservierten Exemplaren häufig ziemlich undeutlich. Die beiden Kerne waren meist auf die vordere und hintere Hälfte des Tieres verteilt. Ich fand sie gewöhnlich von länglich-ovaler Gestalt; sie hatten eine durchschnittliche Länge von 10—15 μ und eine Breite von 5—8 μ. Die von Laackmann festgestellten Nebenkerne habe ich bei gut gefärbten Exemplaren auch bemerkt. Sie hatten runde Gestalt und besaßen einen Durchmesser von 1—2 μ. Mehrere Individuen zeigten am aboralen Ende des Weichkörpers deutlich eine Afteröffnung (Taf. III Fig. 69). Bei einem Exemplar fand ich auch eine ganz deutliche vordere Ansatzstelle dicht unter dem Wimperplattenkranz.

T. subulatus habe ich häufig und lange lebend beobachtet; ich sah ihn nur rückwärts, mit der Gehäusespitze voraus, schwimmen. Das Tier streckte sich dabei weit aus dem Gehäuse heraus. Es war sehr schön zu beobachten, wie es mit der feinen Spitze sich durch ganz dichtes Gewirr von Skelettonema-Fäden durchbohrte.

Tintinnus acuminatus (Clap. et Lachm.)

und

Tintinnus acuminatus (Clap. et L.) var. *altiplicatus* n. v.

Typische Exemplare dieser Art fand ich in einem Fange von Stavanger (August 1907). Der zylindrische Körper der Gehäuse erweiterte sich am Vorderende teils einfach zu einer weiten, trichterförmigen Krempe, teils trat aber auch vor der Erweiterung noch eine leichte Verengung des zylindrischen Hülsenteils ein. Die letzteren Gehäuse entsprachen dann Brandt's [14] Abbildung t. 66 f. 4.

Bei einem Exemplar aus dem Fange August 1907 Stavanger und bei einigen von der Nordseestation 16 der deutschen Terminfahrten (59° 03′ N, 4° 55′ O, 243 m tief) November 1907 stellte ich fest, daß die Hochfalten nicht ganz bis zum aboralen Hülsenende reichten (ähnlich Brandt's [14] Abbildung t. 66 f. 2), jedoch sich weit bis zur oralen Hülsenöffnung vorstreckten (Taf. II Fig. 12). Ich möchte solche Gehäuse als var. *altiplicatus* n. v. von den typischen *T. acuminatus*-Gehäusen abtrennen. Ein deutlich abgesetztes, ziemlich weites Rohr am Hinterende des Gehäuses, wie es Brandt [14 u. 15] für die grönländische var. *secata* angibt und zeichnet, habe ich jedoch nie bemerkt. Ich halte es für möglich, daß Cleve und Aurivillius

auch solche Gehäuse wie ich im Skagerrak gefunden und das letzte aborale Gehäuseende für die für var. *secata* charakteristische Röhre gehalten haben. Ich habe auf meinen Fahrten im Skagerrak niemals var. *secata* angetroffen. Die Maße der typischen Exemplare stimmten mit den Angaben Brandt's [15] überein. Die Gehäuselängen der var. *altiplicatus* jedoch waren kleiner. Die Länge dieser Hülsen schwankte zwischen 150 und 160 μ. Die Breite des zylindrischen Gehäuseteils betrug 15—25 μ und die Breite der oralen Öffnung 30—40 μ. Unterschiede im Weichkörper der typischen Exemplare und der neuen Varietät habe ich nicht gefunden.

Entz jun. [35] bildet t. 5 f. 3 anscheinend eine Art Schließapparat bei einem Gehäuse dieser Art ab; ich habe eine derartige Bildung nie bemerkt.

Die Wimperplatten waren sehr zart und bei konserviertem Material häufig nur noch schwach zu erkennen. Das Tier besaß zwei meist im hinteren Körperdrittel ziemlich dicht zusammenliegende, rundliche Kerne von 8—10 μ Durchmesser und zwei weniger leicht färbbare, ca. 1 μ große Nebenkerne.

Tintinnus amphora (Clap. et Lachm.) var. *quadrilineata* (Clap. et L.).

In einem Septemberfange aus dem Stavanger-Fjord fand ich zwei zur Spezies *T. amphora* gehörende Exemplare, von denen das eine offenbar als ein Fortpflanzungsstadium zu deuten ist. Die Gehäuse entsprachen der Form nach so ziemlich dem von Brandt [14] t. 69 f. 3 abgebildeten. Die drei blattartigen Hochfalten erstrecken sich ziemlich weit zum oralen Teile hin, nur gehen sie hier bedeutend sanfter in die Gehäusewand über. Die Halsverdickung ist sehr deutlich. Beide Exemplare hatten eine Länge von 130 μ; die Breite des oralen Hülsenteiles beträgt 50 μ und die Breite bei den Hochfalten 30 μ. Die Hochfalten sind nicht so sehr nach außen geschweift, wie in Brandt's [14] Abbildung. Die Hülse erscheint daher schlanker und erinnert dadurch, sowie durch das allmähliche Übergehen der Hochfalten in die Gehäusewand, an *T. amphora;* die Gehäuselänge aber und das weite Vordringen der Hochfalten gegen den oralen Hülsenteil hin bewogen mich, meine Exemplare der var. *quadrilineata* zuzurechnen (Taf. I Fig. 18).

Leider sind die beiden Exemplare ungefärbt in Glyzerin, so daß ich keine Weichkörperstudien machen konnte. Deutlich zu sehen war jedoch die Ansatzstelle des einen, das mit einem kurzen, feinen Stiel an der hinteren, ebenen Abstutzung des Gehäuses festsaß. Den andern Weichkörper halte ich für ein Fortpflanzungsstadium, das den von Laackmann [49] für einige Tintinnopsis-Arten und für *Cytt. helix* nachgewiesenen und t. 3 f. 40 u. 41 abgebildeten, und den von mir bei *Cytt. denticulata* und *Pt. urnula* gefundenen und Taf. III Fig. 39—42 und Fig. 62—65 abgebildeten Stadien entsprechen dürfte. Ein Unterschied besteht jedoch darin, daß ich bei *T. amphora* var. *quadrilineata* vier Aufhängefäden gefunden habe, gegen nur ein bis zwei bei *Cytt. denticulata* und *Pt. urnula* und den von Laackmann untersuchten Formen (Taf. II Fig. 18).

Tintinnus norvegicus (v. Daday).

Leere Gehäuse dieser Art habe ich in wenigen Exemplaren im Februar 1908 auf der deutschen Terminfahrt-Station 16 der Nordsee (59° 03′ N, 4° 55′ O, 243 m tief) angetroffen. Herr Professor Apstein fand diese Gehäuse August 1907 häufiger vor Egersund. Die Zahl der Zähne zu bestimmen ist mir leider nicht gelungen, doch zeigt die weite Stellung derselben und die rundliche Gehäuseform, daß es typische Exemplare von *T. norvegicus* waren (Taf. II Fig. 15). Auch die Struktur stimmte mit der von Brandt [14] wiedergegebenen überein. Nur die Länge der Gehäuse war etwas kleiner, ca. 35—38 μ (gegen 40—50 μ nach Brandt [15]). Den Innenkragen habe ich sehr deutlich gesehen; die Spitze war sehr kurz. Weichkörper hatte ich leider nicht zur Untersuchung.

Undella lachmanni (v. Daday) var. *b caudata* (Ostenfeld).

Einige wenige Gehäuse dieser Art fand ich im Oberflächenplankton Februar 1908 auf der deutschen Terminfahrt-Station 16 der Nordsee (59° 03′ N, 4° 55′ O, 243 m tief). Mit der an Bord mir nur möglichen mittleren Vergrößerung konnte ich keine Struktur erkennen, aber die scharfe Scheidung in Außen- und Innenlamelle, sowie die Hochfalten am aboralen Hülsenteile und die Größenverhältnisse erlaubten mir die

Bestimmung der Hülse (Taf. II Fig. 17). Die Länge der Hülsen betrug ca. 135 μ. Die Breite an der Gehäuseöffnung 24 μ, am ausgebauchten Teile 25 μ; die Spitze war 26 μ lang und der Abstand zwischen Außen- und Innenlamelle betrug ca. 2 μ.

Tintinnidium mucicola (Clap. et Lachm.).

Diese Art habe ich verhältnismäßig selten zur Untersuchung gehabt. Außer im Kieler Hafen fand ich sie auf den Terminfahrten im großen Belt und Kattegat auf allen Stationen, im Skagerrak nur noch auf den deutschen Terminfahrt-Stationen der Nordsee N 11 (57° 17′ N, 7° 47′ O, 67 m tief) und N 12 (57° 00′ N, 8° 03′ O, 30 m tief). In größerer Anzahl war sie im Februar 1908 auf der Ostseestation 3 (54° 36′ N, 11° 02′ O, 30 m tief) bei Fehmarn vertreten.

Die feinen, gallertigen Gehäuse waren meist ziemlich dicht besetzt mit kleinen Fremdkörperchen, unter denen sich häufig auch Bruchstücke von Diatomeen-Schalen befanden. Die Gestalt der Gehäuse war selten zylindrisch, meist keulenförmig, ähnlich den von Brandt [14] t. 70 f. 8 u. 10 abgebildeten Gehäusen.

Der Weichkörper saß bei ruhendem Tier als ziemlich kleine Kugel im hinteren Ende des Gehäuses. Beim Schwimmen streckt sich das Tier mit dem Peristom zur Gehäuseöffnung heraus und bleibt mit einem verhältnismäßig sehr langen Stiele am hinteren Gehäuseende befestigt. Das Tier ist sehr zart; die einzelnen Wimperplatten konnte ich nie deutlich erkennen; ich fand stets zwei rundliche Kerne von ca. 7 μ Durchmesser und je einen kleinen, ca. 1 μ großen Nebenkern. Die Kerne habe ich stets im hinteren Körperdrittel zusammengelagert gefunden; dasselbe zeigen auch die Abbildungen von Brandt [14] t. 70 f. 8 u. 10.

Fortbewegungserscheinungen bei Tintinnodeen.

Während der Fahrten des Forschungsdampfers „Poseidon“ hatte ich öfters Gelegenheit, *Cytt. denticulata* und *Pt. urnula* lebend zu beobachten. Die Studien an diesen beiden Arten waren infolge der Durchsichtigkeit der Gehäuse sehr viel leichter und sicherer auszuführen, als bei den im Kieler Hafen häufigsten Tintinnopsis-Arten.

Beide Arten sah ich sowohl vorwärts wie rückwärts als auch nach beiden Seiten drehend sich bewegen. *Pt. urnula* schwamm jedoch fast stets rückwärts, sehr selten nur sah ich diese Art vorwärts sich bewegen und dann immer nur kurze Strecken weit, um aus einer betretenen Sackgasse wieder herauszukommen. Jörgensen schreibt, daß sich Ptychocylis gewöhnlich rasch vorwärts, jedoch auch rückwärts bewegt. Warum unsere Beobachtungen so entgegengesetzte Resultate geliefert haben, vermag ich nicht zu sagen; jedenfalls aber liegt bei meiner Angabe kein Irrtum vor, denn ich habe sehr viele Exemplare dieser Art lebend beobachtet und besitze verschiedene übereinstimmende Notizen über diesen Punkt. *Cytt. denticulata* dagegen bevorzugte ganz auffallend die Vorwärtsbewegung.

Die Schwimmbewegungen von Tintinnen, bei denen sich das Tier nach der einen Seite dreht, möchte ich auf die Vorwärtsbewegung des Tieres zurückführen. Bütschli [18] nimmt im allgemeinen eine ziemlich geradlinige Schwimmrichtung an; mehr oder weniger gebogene Linien will er mit der Körpergestalt der Tiere in Zusammenhang bringen. Ich fand jedoch, daß auch ganz gerade Formen häufig in Bogenlinien sich fortbewegen. Fol spricht von einer gekrümmten Fortbewegungslinie: „lorsqu'il s'agit d'éviter un obstacle“. von Daday [29] beobachtete häufig eine Fortbewegung in bald rechts, bald links gebogenen Kurven. Bei der Fortbewegung in einem Bogen seitwärts neigt das Tier sein Peristom etwas nach der Seite, nach welcher die Drehung erfolgt; auch legt es sich dabei derselben Seite der Hülse mehr an, wie der anderen (vergl. Fig. a). Hierdurch wird der das Tier vorwärts bewegende, durch das Schlagen der Wimperplatten erzeugte Strudel in einer zur Längsachse

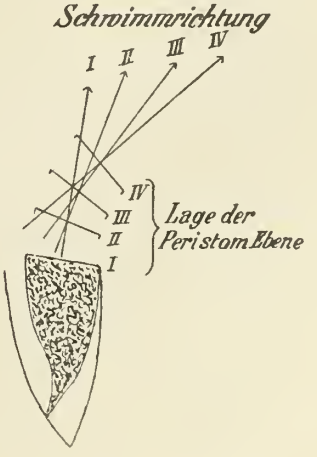


Fig. a.

des Gehäuses dauernd schräg stehenden Richtung erzeugt, wodurch dann die Drehung des Tieres bewirkt wird. Das Vor- und Rückwärtsschwimmen der Tintinnen wird veranlaßt durch die Erzeugung entgegengesetzter Strudel. Die entgegengesetzte Richtung dieser beiden Strudel wird durch verschiedenes Schlagen der senkrecht zum Peristomrand stehenden Wimperplättchen erzeugt. Das Schlagen der einzelnen Wimperplättchen erfolgt nicht gleichzeitig, sondern pflanzt sich in verschiedener Richtung fort. Ich beobachtete bei der Vorwärtsbewegung ein Schlagen der Wimperplättchen gegen die Mitte des Peristomfeldes gerichtet und entgegengesetzt dem Uhrzeiger sich fortpflanzend. Fol [36] erwähnt für *Tintinnus ampulla* und *T. spiralis* beim Vorwärtsschwimmen des Tieres einen von rechts nach links wirbelnden Strudel; allein dieser Ausdruck ist nicht ausreichend und sogar zweideutig. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich auch bei einem aus dem hinteren Gehäuseteil sich vorstreckenden Individuum; jedenfalls besorgen die von mir leider nie beobachteten Körperwimpern nicht allein das Vor- und Rückwärtskriechen der Tiere innerhalb der Hülsen, wie es Entz und von Daday annehmen. Ein geißelartiges Schlagen der Wimperplatten, wie es Haeckel [38] erwähnt, habe ich nie gesehen.

Beim Rückwärtsschwimmen dagegen scheinen die Wimperplättchen deutlich nach der Außenseite des Peristomfeldes zu schlagen, in der Richtung des Uhrzeigers sich fortpflanzend. Man sollte nun eigentlich annehmen, daß gerade durch das Schlagen der Wimperplättchen nach außen ein Druck auf die hintere Wasserfläche geübt und damit das Tier nach vorne geschnellt würde, was aber mit der Beobachtung in direktem Gegensatz steht. Zur Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung dient uns nun eine bekannte physiologische Tatsache. Unsere Sehstäbchen werden nicht imstande sein, den Eindruck des mit so großer Geschwindigkeit sich vollziehenden Schlagens der Wimperplättchen aufzunehmen, sondern wir beobachten das langsamere, aber immer noch sehr rasch erscheinende Zurückgehen der einzelnen Wimperplättchen. Wahrscheinlich wird beim raschen, kräftigen Schlagen mit der ganzen Breitseite auf das Wasser gedrückt, und bei dem von uns nur zu beobachtenden Rückwärtsgehen sehen wir die Schaufelbewegung, welche die beim Zurückgehen der Wimperplatten eigentlich notwendig entstehende Gegenwirkung entweder entfernt oder doch vermindert.

Wir kommen also bei unseren Betrachtungen auf folgende, tatsächliche Wimperplattenbewegung. Beim Vorwärtsschwimmen des Tieres schlagen die einzelnen Wimperplättchen nach außen (scheinbar nach innen) und wirken dann einzeln wie ein Hebelarm durch den Druck auf die hintere Wassersäule. Beim Rückwärtsschwimmen aber schlagen sie von außen nach innen (scheinbar nach außen) und drängen dann durch ihren Druck auf die vordere Wassersäule das Tier nach hinten zurück.

Was nun das Aufeinanderfolgen des Schlagens der einzelnen Wimperplatten betrifft, so gibt uns ein Vergleich mit der Schiffsschraube lehrreiche Anhaltspunkte. Für diese Betrachtungen war mir eine Unterhaltung mit einem mir befreundeten Schiffsbauingenieur, Herrn Diplomingenieur Felix Hammer, sehr anregend und fördernd. Die Kraft einer Schraube besteht nämlich außer in dem Druck auf die hintere Wassersäule auch in einem Zug auf die vordere. Durch diese Saugwirkung strömt das Wasser hinter dem einzelnen Flügel nach und wird dann erst von der nächsten Schaufel wieder weiter zurückgedrängt. Die Schraube würde nun hinter sich einen luftleeren Raum schaffen, wenn das Wasser nicht nachströmen könnte. Dieses ist aber der Fall, wenn die Schraubenflügel ganz eng stehen oder sich zu schnell drehen. Die Schraube verliert natürlich bei der Bildung eines solchen luftleeren Raumes an Druckwirkung auf die hintere Wasserfläche, wenn nicht genügend Wasser nachströmen kann oder gar ein luftleerer Raum entsteht. Ganz wie bei einem Schraubenflügel strömt nun das Wasser beim Schlagen eines Wimperplättchens nach, wird vom folgenden erfaßt und weitergedrückt. Würden nun aber alle Wimperplättchen gleichzeitig schlagen, so würde das Nachströmen ebenfalls gehindert sein und die einzelnen Wimperplättchen könnten nur auf eine bedeutend kleinere Menge Wasser ihre Druckwirkung ausüben, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Die Fortbewegung müßte danach eine viel langsamere sein.

Dafür, daß unser Auge nur das Zurückgehen der Wimperplatten zu sehen imstande ist, spricht noch folgende Überlegung. Die Fortpflanzungsrichtung des Schlagens der Wimperplatten, sowie das ganze eben entwickelte Schraubengesetz vom nachströmenden Wasser und dem Ergriffenwerden desselben durch den nächsten Flügel, stimmt nicht zu der tatsächlichen Beobachtung, wohl aber zu der daraus gefolgerten eigentlichen Bewegung (vergl. Fig. b u. c).

Für eine weitere bedeutende Vervollkommnung des Fortbewegungsapparates halte ich, im Anschluß an Brandt, das Ausbilden der schraubenförmigen Platten am Hinterende der Hülsen von *Tintinnus acuminatus, T. undatus* und ähnlichen Arten. Hier ist der Vergleich mit einer Schiffsschraube noch viel einfacher. Man braucht nur die an der Hülse schraubenförmig angebrachten Platten zusammen als Schraube, die Hülse selbst als Welle und die bei der Arbeit des Wimperplattenapparates entstehende und bei allen Tintinnodeen beobachtete Mitdrehung des Gehäuses als die durch die Dampfkraft der Schiffsmaschine entstandene Drehung der Schraubenwelle zu betrachten, so liegt die Verwendung der Hülsenansätze als Unterstützung der Fortbewegung des Tieres und als Verwertung der in der Drehung liegenden lebendigen Kraft klar vor unseren Augen.

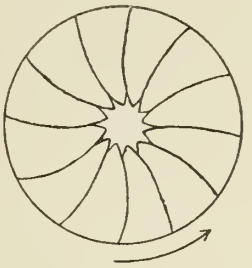


Fig. b.

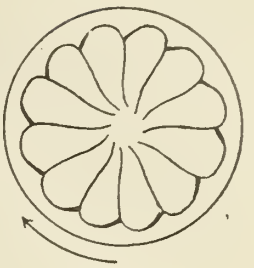


Fig. c.

Lage der Wimperplatten bei Vorwärtsbewegung. Rückwärtsbewegung.
Der Pfeil zeigt die Fortpflanzungsrichtung des Schlagens der Wimperplatten an.

Über die Schwimmrichtung anderer Tintinnodeen kann ich noch aussagen, daß ich *Tps. baltica, Tps. karajacensis, Tps. ventricosa, Tps. nucula* und *Tps. tubulosa* nur vorwärts, *Tps. campanula* und *Tps. beroidea* fast stets vorwärts, *Tintinnus subulatus* dagegen immer nur rückwärts schwimmen sah.

Über die Nahrung der Tintinnodeen.

Hensen verspricht sich in seinem Werke „Über die Bestimmung des Planktons“ [39] von den Nahrungsfunden bei Tintinnen sehr viel; sie sollen uns den Urformen der Produktion des Meeres am nächsten bringen. Leider sind aber diese kleinsten Organismen wahrscheinlich so zart, daß sie schon nach ganz kurzem Aufenthalt in den Nahrungsvakuolen unerkennbar werden. Ich habe jedenfalls nie kleinere und zartere Nahrungskörper erkennen können als Distephanus, Ebria und kleine Diatomeen. Daß die Tintinnen sich aber hauptsächlich von den allerkleinsten Organismen nähren, dafür spricht, daß weitaus die meisten Nahrungsvakuolen mit unkenntlichen Plasmateilen angefüllt waren.

Untersuchungen betreffend Nahrungskörper im Innern der Tintinnodeen stellte ich an bei *Cytt. denticulata* und *Cytt. serrata, Pt. urnula* und *Tps. ventricosa* und *Tps. nucula.* Da das mir zur Verfügung stehende Material aber in überwiegender Menge *Cytt. denticulata* aufwies, so beziehen sich naturgemäß auch die meisten Funde auf diese Tintinnodeen-Art.

Am häufigsten fand ich in den Nahrungsvakuolen halbverdaute Protoplasmakörper mit einer gewissen Kernsubstanz; natürlich war hier der Nahrungskörper nicht mehr zu bestimmen. Der Kern war auch meist schon ein wenig verdaut und formlos geworden, doch scheint sich die Kernmasse länger als die Protoplasmamasse unversehrt zu erhalten. Über die Nahrungskörper ohne feste Hülle kann ich keine Angaben machen, da ich nie derartige, vollständig unversehrte Nahrungskörper fand.

Ferner ergab es sich, daß die Tiere auch feste Gehäuse, sogar mitunter sehr stachelige Formen, verschlucken. Von größeren Nahrungskörpern fand ich weitaus am häufigsten Gehäuse von *Distephanus speculum;* ferner waren vorhanden Schalen von *Ebria tripartita,* Gymnodinium (Glenodinidium), größeren und kleineren Diatomeen (Taf. III Fig. 49), auch Rhizosolenia (Taf. III Fig. 58) und einiger anderer, nicht bestimmbarer Formen. Auch hartschalige Peridineen (Dinophysis) habe ich bei einem Exemplar von *Cytt. serrata* (Möbius) gefunden (Taf. III Fig. 74). Auch von Daday erwähnt bereits Dinoflagellaten, Peridineen und selbst kleine Tintinnodeen als Nahrungskörper.

Die Tintinnen können bisweilen so sehr angefüllt sein mit solchen Schalen, daß ein Zurückziehen des Weichkörpers in den hinteren Gehäuseteil unmöglich wird. Bei einem Exemplar von *Cytt. denticulata*

fand ich zwei noch gut erhaltene, sowie drei bis vier halb aufgelöste Gymnodinien-Schalen, ferner eine noch gut erhaltene *Ebria tripartita* und ein halb aufgelöstes Distephanus-Gehäuse. Dieselbe Gefräßigkeit zeigt die Taf. III Fig. 74 abgebildete *Cytt. serrata,* die außer zwei Dinophysis noch ein Peridinium und mehrere andere, größere Nahrungskörper verschluckt hatte. Ferner fand ich im Innern einer *Cytt. denticulata* zwei *Distephanus speculum,* die das ganze Tier füllten und mit ihren Stacheln scheinbar durch die Protoplasmahülle nach außen drangen (Taf. III Fig. 73). Dabei war die Tintinnodee nicht zugrunde gegangen, so daß ich annehmen möchte, daß die feine, elastische Protoplasmahülle sich über die Distephanus-Stacheln gezogen hat.

Ferner halte ich für wichtig, daß die Tintinnodeen imstande sind, diese Gehäuse aufzulösen. Ich fand bei verschiedenen Exemplaren halb aufgelöste Gehäuse von Distephanus, Gymnodinien und ein solches von einer Dinophysis. Die Tintinnen müssen also ein Ferment besitzen oder ausscheiden, das die nach Borgert aus Kieselsäure bestehenden Gehäuse von Distephanus und die nach Schütt hauptsächlich aus Zellulose bestehenden Gymnodinien- und Dinophysis-Hülsen aufzulösen imstande ist. Daß ich kleine Diatomeen-Schalen nie aufgelöst gefunden habe, spricht natürlich nicht gegen ihre Auflösbarkeit, zumal ich von diesen Schalen verhältnismäßig wenige nur gefunden habe. Es ist sehr leicht denkbar, daß die Tintinnen diese aufgelöste Gehäusemasse zum Bau der eigenen Gehäuse wieder benutzen.

Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula.*

Bildung von Sporocysten und Sporen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Die erste Erwähnung einer Sporenbildung bei Tintinnen finden wir bei Haeckel. Von *Cytt. cassis* und *Codonella campanella* (Haeckel) zeichnet er Gehäuse mit Sporen. Entz und v. Daday halten diese Sporen und auch die im nächsten Kapitel besprochenen jungen Tiere ohne Wimperplattenkranz für Embryonen parasitischer Acineten. Daß diese Ansicht für die jungen Tiere wohl irrig sein dürfte, dafür sprechen Laackmann's und meine Funde über die Entwickelung dieser wimperplattenlosen Tiere zu den ausgewachsenen. Besonders Laackmann's Beobachtungen an lebenden Individuen und unsere Funde über die Bildung eines feinen adoralen Wimperplattenkranzes bei diesen jungen Tieren sprechen gegen die Annahme von Entz und v. Daday. Hensen hat in der Ostsee zum ersten Male Sporengebilde bemerkt bei *Tintinnus subulatus* und *T. acuminatus, Cyttarocylis helix* und *Cytt. denticulata.* Hensen hat die Sporenbildung abgebildet für *T. acuminatus* und *T. subulatus;* er hält es für unwahrscheinlich, daß diese Bildungen von Parasiten herrühren könnten, da es sich ergab, daß das Auftreten der Sporenbildung mit dem Beginn des Verschwindens der Tiere zur Beobachtung kommt und dann bis zum völligen Verschwinden relativ zunimmt.

Herr Professor Brandt hat daraufhin die Untersuchungen Laackmann's angeregt, die bei verschiedenen Ostsee-Tintinnodeen sehr schöne und umfassende Resultate ergaben. Laackmann hat für seine Untersuchungen besonders *Cytt. helix* und *Tps. campanula* benutzt, fand aber auch bei *Tps. baltica, lohmanni* (Laackmann), *karajacensis, beroidea, ventricosa* und *uucula,* ferner bei *T. subulatus* genau entsprechende, bei *Tps. ventricosa* und *beroidea* teilweise nur ähnliche Erscheinungen. Ich freue mich, bei meinen Untersuchungen an *Cytt. denticulata* und *Pt. urnula* viele, teils Laackmann's Angaben entsprechende, teils neue Entwickelungszustände gefunden zu haben.

Lohmann [59] hält die Sporocysten und Sporen für parasitische Gebilde von Gymnodinien. Er hat bei *Tps. nucula* die Makrosporen beim Ausschlüpfen beobachtet und fand deren Körper und Schwimmart ganz wie bei Gymnodinien ausgebildet. Ich kann Lohmann's Behauptung nicht sicher entgegnen, allein es ist doch merkwürdig, warum dann bisher bei den voll ausgebildeten Individuen die Parasiten nie beobachtet wurden. Lohmann sagte mir zwar, daß bei Appendicularien ähnliche parasitische Gymnodinien vorkommen

und daß sie hier lange Zeit immer übersehen wurden. Allein es ist doch zu beachten, daß man bei Tintinnen stets mit viel stärkerer Vergrößerung arbeitet, als bei Appendicularien, und daß die betreffenden Parasiten bei Tintinnodeen verhältnismäßig viel größer sein müßten und deshalb viel weniger übersehen werden könnten. Ich habe unter verschiedenen Tausenden von Exemplaren nur einmal (bei *Ptychocylis urnula)* ein parasitenähnliches Gebilde gefunden, das jedoch Laackmann's und meinen Sporocysten ganz ferne stand. Die Wahrscheinlichkeit, daß die jungen wimperplattenlosen Tiere durch einfache Querteilung der Tintinnodeen entstehen, habe ich unten nachgewiesen; dieser Umstand würde allerdings für die parasitische Art der Sporen sprechen. Jedenfalls halte ich es für interessant, daß bei so verschiedenen Tintinnodeen-Gattungen und -Arten ziemlich übereinstimmende Parallelfunde gemacht wurden. Zu erwähnen ist noch, daß Lohmann bei den Sporengebilden die für die Peridineen charakteristische Kernstruktur vermutete, daß aber nach Laackmann's und meinen Funden auch bei Tintinnen diese körnelige Kernstruktur gar nicht selten ist, und daß Laackmann[1]) gerade bei der Sporenbildung eine Körnelung nie gezeichnet hat; auch meine Präparate zeigen bei Sporenbildungen nie gekörnelte Kernstruktur. Dieser Umstand spricht nun wieder dafür, daß die Sporen wirkliche Tintinnen-Gebilde sind. Es ist mir leider nicht gelungen, diese Frage endgültig zu lösen, ich neige jedoch zu der Ansicht, daß wir es bei Laackmann's und meinen Funden mit Sporenbildung der Tintinnen zu tun haben, weshalb ich auch auf die Sporocysten- und Sporenbildungen in meiner Arbeit nochmals ausführlich eingehe.

Die Sporocysten von *Cytt. denticulata typica* fand ich fast stets im mittleren oder hinteren Gehäuseteil, selten nahe der Hülsenöffnung. Die Cysten hatten alle, solange noch keine Sporenbildung zu bemerken war, ungefähr dieselbe Größe; der Durchmesser betrug 30 bis 35 μ. Leider hatte ich nie Gelegenheit, lebende Cysten und deren Entwickelung zu beobachten; ich mußte mich auf meine mit Hämatoxylin gefärbten Präparate eines mit Pikrin-Schwefelsäure konservierten Oberflächenfanges von der Nordseestation 16 der deutschen Terminfahrten (59° 03′ N, 4° 55′ O, 243 m tief), November 1907 beschränken. Ich fand dabei verschiedene Exemplare mit bereits gut ausgebildeter Sporocyste, teilweise noch mit dem Plasmaleibe des Muttertieres zusammenhängend (Taf. III Fig. 31 u. 32). Von Wimperplatten konnte ich bei diesen Protoplasmaresten nichts mehr erkennen; diese waren infolge der Hämatoxylin-Färbung ziemlich dunkel gefärbt, bedeutend dunkler als die Plasmateile ausgebildeter Tiere desselben Präparates; die Kerne waren mehr oder weniger, zum Teil sogar ganz aufgelöst. Zwei Plasmareste zeigten auffallenderweise je drei in Auflösung begriffene Kerne und Nebenkerne. Laackmann [49] hat dagegen bei seinen Funden die Nebenkerne im Plasmarest stets vermißt. Weiterentwickelte Exemplare zeigten kleinere Plasmareste, die sich dann wohl allmählich von der Sporocyste loslösten (Taf. III Fig. 33 u. 34).

Die kugelige Sporocyste von *Cytt. denticulata typica* scheint mit der von Laackmann geschilderten ziemlich genau übereinzustimmen. Einen länglich-ovalen Kern mit von der Seite halbmondförmiger Gestalt habe ich nie vermißt. Den von Laackmann weder erwähnten noch gezeichneten Nebenkern habe auch ich nur in wenigen Fällen bemerken können (Taf. III Fig. 33); doch sprechen die Funde bei mehreren Exemplaren ziemlich sicher für sein Vorhandensein; die Nebenkerne können ja leicht durch die Kerne verdeckt werden.

Was nun Laackmann's „Gelben Fleck" betrifft, so habe ich folgendes zu erwähnen: Ich habe nur in einem Fange diese Entwickelungsstadien gefunden und denselben, ohne daß ich von ihrem Vorhandensein wußte, in toto mit Hämatoxylin gefärbt. Bei dieser Färbung aber wurden gerade die Sporocysten ziemlich dunkel, so daß die meisten außer dem Kerne nur ein großes kugeliges, dunkles Gebilde erkennen ließen. Leider war es mir nicht möglich, weiteres Material mit solchen Fortpflanzungserscheinungen auch mit Boraxkarmin zu färben, wobei ja nach Laackmann die feine Körnelung des „Gelben Flecks" der Sporocyste besser erkennbar werden soll. Doch auch einige wenige meiner mit Hämatoxylin gefärbten Cysten waren nicht so intensiv gefärbt, und hier konnte ich ganz deutlich eine Streifung erkennen, die mich an das Bild der Wimperplatten eines Peristoms erinnerte. Ich vermutete hierin eine Parallelerscheinung zu den nach Laackmann in konzentrischen Kreisen angeordneten Körnchen des „Gelben Flecks", die er ja bei

[1]) Bei Laackmann's ziemlich schematischen Zeichnungen darf man meines Erachtens nur Kerngebilde wie bei f. 23 u. 24, 43 u. 48 als gekörnt bezeichnen, die übrigen entsprechen wohl den bei Tintinnen am häufigsten auftretenden, ziemlich homogenen Kernen.

einer Färbung mit Hämalaun auch nicht erkennen konnte. Einige besonders helle Sporocysten zeigten mir dann auch auf diesen Linien angeordnete kleine Körnchen (Taf. III Fig. 33, 34 u. 35). Dieselben waren von verschiedener Größe, meist länglich, selten rund. Dies bestärkte mich in der Annahme, daß bei den Sporocysten von *Cytt. denticulata* ein dem „Gelben Fleck" Laackmann's entsprechendes Gebilde vorliegt.

Bei den meisten Sporocysten zeigte sich nur eine feine umgebende Plasmaschicht, mit der einige Cysten deutlich an der Gehäusewand befestigt waren. Das Plasma scheint sich allmählich zu vermehren und das dem „Gelben Fleck" entsprechende Gebilde sich zu verkleinern, genau wie es Laackmann von seinen Funden auch angibt. Ein Gebilde, das ich für das nächste Entwickelungsstadium ansehen möchte, zeigt zwei Kerne, bedeutend mehr Plasma und einen kleineren „Gelben Fleck", um diesen Ausdruck für die kompakte Masse der Sporocyste zu benutzen, die bei leichterer Färbung in Reihen angeordnete Körnchen zeigt (Taf. III Fig. 36). Ein weiteres Individuum läßt dann die Loslösung einer gewissen Plasmamasse mit einem Kern erkennen, vermutlich die erste Anlage zur Sporenbildung. Das zurückbleibende Plasma mit dem „Gelben Fleck" besitzt dabei bereits wieder zwei Kerne.

Mehrere andere Individuen zeigen die immer weitere Loslösung von Plasmamassen mit Kernen. Dabei besitzt der zurückbleibende Plasmateil mit dem „Gelben Fleck" meist zwei Kerne (Taf. III Fig. 37). Der „Gelbe Fleck" wird immer kleiner, doch habe ich nie eine Teilung oder Abspaltung bei ihm gesehen; dagegen habe ich Teilung der Kerne und Plasmaleiber bei den bereits vom „Gelben Fleck" abgeschiedenen Teilen bemerkt. Bei einem solchen in Teilung befindlichen bisquitförmigen Kerne glaube ich zwei Nebenkerne, je einen an einem Ende zu sehen (Taf. III Fig. 38). Die durchschnittliche Größe der Sporen betrug ca. 10 μ. Die Höchstzahl der im Gehäuse befindlichen Sporen betrug 7. Doch ist diese Angabe nicht ganz zuverlässig, da ich nicht beurteilen kann, ob die Sporenbildung bei den von mir untersuchten Exemplaren bereits vollendet war und ob nicht schon einige reife Sporen aus dem Gehäuse ausgeschlüpft waren. Einen Unterschied zwischen Makro- und Mikrosporen konnte ich nicht finden.

Laackmann [49] nimmt an, daß die Bildung der Makro- und Mikrosporen aus den Sporocysten erst auf dem Meeresboden erfolgt. Meine Funde solcher Bildungen stammen aus Oberflächenmaterial, und auch Laackmann wird wohl das Material für seine Figuren f. 37 u. 39 nicht vom Boden geholt haben — er macht wenigstens hierüber keine Angaben. Ich glaube daher dieser Behauptung Laackmann's widersprechen zu müssen. Auch seiner Behauptung, daß die Sporen auf dem Grunde konjugieren und hier ein Latentstadium durchmachen, fehlen — so wahrscheinlich sie auch ist — die Beweise. Ich fand jedenfalls im selben Material, in dem ich Cysten- und Sporenbildung und andere Fortpflanzungserscheinungen bemerkte, auch eine Menge der nach Laackmann sich aus den Sporen entwickelnden jungen Tiere ohne Wimperplattenkranz. Ob dieselben bereits ihr Latentstadium auf dem Meeresboden hinter sich hatten, vermag ich nicht zu sagen. Es widersprechen meine Funde natürlich nicht der Annahme Laackmann's; aber ich glaube, darüber, ob, wie und wo sich aus den Sporen diese Jugendstadien bilden, kann Laackmann so wenig wie ich eine Aussage machen. Dafür, daß die Bildung neuer Hülsen am Meeresboden stattfinden soll, kann ja der bisherige Mangel an Funden unfertiger Gehäuse im Oberflächenplankton sprechen. Ferner möchte ich hier noch auf einen Widerspruch Laackmann's aufmerksam machen, den wir p. 29 seiner Arbeit [49] finden. Er schreibt im Kapitel über „Junge Tiere", daß die Sporocysten erst nach den wimperplattenlosen Tieren auftreten; und in dem Kapitel über „Entwickelungsgang der litoralen Tintinnen", daß diese wimperplattenlosen Tiere erst aus den aus diesen Sporocysten entstehenden Sporen sich entwickeln.

Entwickelung junger Tiere bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Ob die jungen Tiere, die noch keinen Wimperplattenkranz zeigen, tatsächlich, wie Laackmann [49] annimmt, aus den Sporen hervorgegangen, oder durch einfache Teilung eines Individuums entstanden sind, möchte ich dahingestellt sein lassen. Ich verweise hier auf den Abschnitt über „Neue Fortpflanzungserscheinungen".

Die jungen Tiere ohne Wimperplattenkranz waren meist an zwei, manchmal auch an mehr Stellen an der Gehäusewand befestigt. Die zur Befestigung dienenden Stiele, wenn ich sie so nennen darf, waren

von den verschiedensten Formen. Häufig waren sie dick und allmählich in den Hauptkörper übergehend (ebenso wie der hintere Stiel der ausgewachsenen Tiere). Die Stiele waren aber auch manchmal ziemlich dick, teilweise gedreht und durchaus nicht allmählich in den Plasmaleib übergehend. Bei einem Individuum bemerkte ich auch einen ganz dünnen, fadenförmigen, ziemlich langen Fortsatz, der sich nach dem Gehäuse hin erstreckte.

Die jungen Tiere waren selten von rundlicher Gestalt, meist zwischen zwei Aufhängepunkten (beide seitlich an der Gehäusewand) länglich gestreckt (Taf. III Fig. 39—43). Die meisten besaßen einen meist rundlichen Kern von ca. 10 μ Durchmesser und dicht dabei einen runden, ca. 2 μ großen Nebenkern. Die Nebenkerne hatten sich meist etwas heller gefärbt als die Kerne. Ein junges Tier, noch ohne Wimperplattenkranz, zeigte einen großen, länglichen Kern in Teilung; die Teilung war schon ziemlich weit fortgeschritten. Von Nebenkernen war nur ein runder, 2 μ großer an einem Ende zu sehen; es ist leich möglich, daß ein zweiter durch den Kern selbst verdeckt wurde (Taf. III Fig. 41). Ferner fand ich verschiedene Exemplare mit zwei Kernen und je einem Nebenkern. Hier hatten die Kerne stets ovale Gestalt und waren ca. 15 μ lang und ca. 10 μ breit; die Nebenkerne waren rund und ca. 2 μ groß.

Ein noch an zwei Stellen sehr deutlich festsitzendes Exemplar mit zwei Kernen und zwei Nebenkernen zeigte die Bildung eines Wimperplattenkranzes (Taf. III Fig. 43). Nach diesem Stadium dürfte wohl die Loslösung des vorderen Ansatzstieles erfolgen, und dann haben wir das fertige, ausgewachsene Tier vor uns. Daß die Ausbildung eines Wimperplattenkranzes auch schon vor der vollständigen Teilung der Kernsubstanz in zwei Kerne stattfinden kann, zeigt das Taf. III Fig. 44 abgebildete Individuum; auch dieses Tier sitzt noch mit zwei Stellen am Gehäuse fest. Erwähnen möchte ich hier noch ein Exemplar ohne Wimperplattenkranz, das zwei ovale Kerne mit je einem Nebenkern und einen runden Kern besaß. In der Nähe des letzteren befanden sich sieben runde Nebenkerne. Es war mir nicht möglich, diesen Fund irgendwo einzureihen (Taf. III Fig. 45).

Teilungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Über Teilungserscheinungen bei Tintinnen war vor Laackmann's eingehenden Untersuchungen an Kieler Material noch wenig bekannt. Entz's Angaben beziehen sich fast nur auf die Neubildung eines Peristoms und einer Vakuole. Über Kernveränderungen macht v. Daday zuerst einige Mitteilungen. Entz machte seine Funde an *Tintinnidium fluviatile* und v. Daday an *Tintinnus inquilinus*. Erst Laackmann hat auf diesem Gebiete größere Resultate zu verzeichnen. Er hat seine Studien hauptsächlich an *Tps. campanula* und *Cytt. helix* angestellt, aber auch parallele Resultate bei anderen zweikernigen Tintinnodeen des Kieler Hafens erhalten. Er faßt seine Ergebnisse in folgenden Worten zusammen: „Bei der Teilung der zweikernigen Tintinnen konjugieren die Kerne nach vollständiger Bildung des adoralen Wimperkranzes. Aus der Verschmelzung entsteht der Tochterkern, der sich nach, seltener vor der Abschnürung des Tochtertieres vom mütterlichen Individuum teilt. Die Tätigkeit der Nebenkerne beginnt später, wenn die Hauptkerne bereits verschmolzen sind; doch verläuft der Prozeß rascher. Die Teilung der Mikronuclei ist bereits vollzogen, wenn die Makronuclei vereinigt sind."

Ich glaube kaum, daß Laackmann berechtigt ist, seine Funde an *Cytt. helix* und *Tps. campanula* als für sämtliche zweikernige Tintinnodeen geltend betrachten darf. Meine Funde an der ebenfalls zweikernigen *Cytt. denticulata typica* ergaben wohl im allgemeinen Laackmann's Angaben entsprechende Befunde; doch fand ich auch einige nicht unwesentliche Unterschiede. Wie Entz, v. Daday und Laackmann fand auch ich viele Exemplare mit schon gut ausgebildetem neuen Wimperplattenkranz, bei deren Kernen aber noch keine Veränderung wahrzunehmen war. Häufig hatten dieselben längliche Gestalt und besaßen Kernspalt. Zum Unterschiede von Laackmann jedoch fand ich ein Exemplar, dessen Kerne sich eben gegeneinander zuspitzten, dessen Nebenkerne aber bereits eine länglich-ovale Gestalt angenommen hatten (Taf. III Fig. 46). Diese Nebenkerne waren bedeutend heller gefärbt als die Kerne; jedenfalls ist also eine Veränderung der Nebenkerne schon möglich, ehe die Verschmelzung der Hauptkerne vollzogen ist.

Weitere Exemplare zeigten einen großen, länglich-ovalen Kern von ca. 30 μ Länge und 8 μ Breite. Das eine Mal besaß derselbe zwei länglich-ovale, hellere Nebenkerne (5 μ lang und 2 μ breit), wie ich sie

auch bei einem Individuum fand, dessen Kerne noch nicht verschmolzen waren (Taf. III Fig. 47). Ein andermal waren diese beiden länglich-ovalen Nebenkerne bereits geteilt, aber noch durch einen gemeinsamen, helleren Hof verbunden (Taf. III Fig. 48). Ein drittes Exemplar mit nur einem großen, ovalen Kerne zeigte drei dieser länglich-ovalen, bereits gespaltenen Nebenkerne an der Seite verteilt (Taf. III Fig. 49).

Eine Durchschnürung dieses einen großen Kernes in drei Kerne habe ich leider nicht bemerkt, doch möchte ich sie als ziemlich sicher annehmen wegen des Vorhandenseins der drei Mikrunuclei in dem einen Präparate und weil ich mehrere Exemplare mit einem zweiten, neu gebildeten Wimperplattenkranz und drei Kernen gefunden habe. Ein Exemplar mit zweitem Wimperplattenkranz jedoch ist mir nicht möglich hier einzureihen. Dasselbe besaß zwei runde Kerne und eine große Menge (ca. 13) sehr deutlicher runder Nebenkerne (Taf. III Fig. 50). Ich möchte hier an eine Stelle bei v. Daday [39] p. 505 erinnern, wo auch er bei einem Exemplar von *Tintinnus ganymedes* außer dem gewöhnlichen Nebenkern noch drei diesem vollkommen entsprechende Gebilde erwähnt; auch eine Erscheinung bei *Petalotricha ampulla,* die er p. 506 erwähnt, muß vielleicht hier zum Vergleiche herangezogen werden. Daß aber die Anzahl der Nebenkerne durchaus zufällig, sogar bei verschiedenen Exemplaren derselben Art wechselnd sei, kann ich nicht bestätigen. Ich muß mich Laackmann anschließen; auch alle von mir untersuchten zweikernigen Tintinnodeen besaßen zwei runde Nebenkerne. Aber auch die vierkernigen Arten von Ptychocylis besaßen zwei runde Nebenkerne, nur waren dieselben bedeutend umfangreicher als bei den zweikernigen Tintinnodeen.

Dauercystenbildung und Konjugationserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Präparate, die Laackmann's Dauercystenbildungen oder seinen Konjugationserscheinungen voll entsprechen könnten, habe ich bei dieser Art nicht gefunden. Bisher wurde auch noch von keinem Forscher über solche Erscheinungen bei *Cytt. denticulata typica* berichtet. Allein die vielen Funde von Hensen und van Breemen bei *Tintinnus subulatus,* von Fol in *Petalotricha ampulla,* von Apstein bei *Tintinnopsis lacustris,* von Brandt bei *Ptychocylis obtusa* var. *drygalskii* und von Vanhöffen bei *Ptychocylis drygalskii,* ferner von Breßlau bei *Tintinnopsis ventricosa* und ganz besonders die reichhaltigen Ergebnisse der Untersuchungen Laackmann's an *Cyttarocylis helix* und *Tintinnus subulatus,* an *Tps. baltica, nucula, beroidea, campanula* und *lohmanni* (Laackmann) machen es wahrscheinlich, daß auch bei *Cytt. denticulata* Dauercystenbildung und Konjugation vorkommen.

Eines meiner Präparate könnte vielleicht ein Anfangsstadium der Dauercystenbildung zeigen. Im hinteren Gehäuseteil befindet sich ein ziemlich scharf umrandetes Tier, dessen Wimperplatten nur noch ganz schwach zu erkennen sind; der Weichkörper erscheint an einer vorderen und hinteren Stelle des Gehäuses befestigt. Das ganze Plasma ist im Vergleich zu den übrigen *Cytt. denticulata*-Exemplaren desselben Präparates ziemlich dunkel gefärbt. Kerne und Nebenkerne haben keine scharfe Umgrenzung mehr; das kompakte Aussehen oder die regelmäßige Körnelung der Kerne ausgebildeter Tiere hat sich in einer Anhäufung unregelmäßiger Körner und Stäbchen verwandelt. Es scheint, als ob zwei Kerne mit Kernspalt im Auflösen und Auseinanderfallen begriffen wären (Taf. III Fig. 61). Ebenso wie Fol [36 u. 37] bei *Petalotricha ampulla* und Laackmann [49] hauptsächlich bei *Tps. nucula* und *Tps. beroidea* kam auch Entz jun. [35] zu dem Resultat, daß die Tintinnodeen bei der Konjugation nebeneinander liegen. Entz jun. bildet t. 6 f. 12 für *Cytt. ehrenbergi* eine solche Konjugationsstellung ab.

Weitere neue Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörg.).

Einige Exemplare von *Cytt. denticulata typica* zeigten deutlich einen neuen Wimperplattenkranz ungefähr in der Mitte des Weichkörpers ausgebildet. Der vordere Teil mit dem alten Wimperplattenkranze war dicht über dem neuen, teilweise schon sehr weit abgeschnürt. Der vordere Wimperplattenkranz erscheint bei einem Exemplar bereits etwas in Zerfall. Im hinteren Teile des Weichkörpers fand ich einen gut erhaltenen Kern mit Nebenkern, der vordere Teil dagegen wies nur noch einen Nebenkern auf. Ein

Individuum zeigt im vorderen Teile einen in Zerfall befindlichen Kern in einer Vakuole dicht bei dem gut erhaltenen Nebenkern des vorderen Plasmateiles (Taf. III Fig. 57); wenn es sich hier auch sehr wahrscheinlich um den Zerfall des zweiten Kernes handelt, so halte ich doch die Möglichkeit eines in Auflösung begriffenen Nahrungskörpers nicht für ausgeschlossen.

Sehr viele Präparate ergaben mir nun eine fortlaufende Kette von Bildern der Wanderung des zweiten Nebenkernes aus dem vorderen Plasmateile bis zu dem einen Kern im hinteren Plasmateile (Taf. III Fig. 58 u. 59). Als ein weiteres Stadium könnte man vielleicht ein Exemplar ansehen, ohne Ansatz eines zweiten Wimperplattenkranzes und mit einem 35 μ langen, wurstförmigen Kerne, an dessen Enden sich je ein Nebenkern befand (Taf. III Fig. 54). Ob nun aber die eben dargestellte Entwickelung von den einkernigen zu den zweikernigen Individuen als Fortsetzung der darüber beschriebenen Erscheinung angesehen werden darf, oder ob sie mit den im folgenden beschriebenen Stadien im Zusammenhang steht, vermag ich nicht zu entscheiden. Weitere Untersuchungen erst, vor allem auch solche an lebendem Material, können hier Aufschluß geben.

Bei einem Exemplar von *Cytt. denticulata typica* glaube ich ziemlich sicher eine einfache Teilung bemerken zu können. Der hintere Plasmateil (ohne Wimperplattenkranz) ist ziemlich deutlich umrandet und besitzt einen ovalen Kern mit Nebenkern (Taf. III Fig. 51). Er erinnert in seiner Gestalt völlig an die nach Laackmann [49] aus den Sporen entstehenden jungen Tiere, die ich weiter oben schon beschrieben habe. Der vordere, abgespaltene Teil besitzt ebenfalls einen ovalen Kern und einen dicht daneben liegenden runden Nebenkern. Dagegen, daß das Tier zerrissen ist, spricht die gute Erhaltung der Wimperplatten und die ziemlich deutliche Umgrenzung des hinteren Plasmateiles, ferner die völlige Unversehrtheit des Gehäuses.

Ferner zeigte ein Exemplar mit voll entwickeltem Wimperplattenkranz einen ovalen Kern und einen runden Nebenkern und entspricht damit ungefähr dem beim letzterwähnten Präparate losgelösten vorderen Teile (Taf. III Fig. 52). Ein weiteres Individium zeigte einen 20 μ großen, ovalen Kern mit einem ziemlich großen, ca. 2—3 μ großen runden Nebenkern (Taf. III Fig. 53). Vielleicht ist dies ein Vorbereitungsstadium zu dem anschließend beschriebenen und Taf. III Fig. 54 abgebildeten Stadium; leider habe ich auf diesem Gebiet keine fortlaufende Reihe finden können. Ein Exemplar von *Cytt. denticulata typica* hatte einen länglich-ovalen Kern, an dessen einem Ende ein, an dessen anderem Ende zwei runde Nebenkerne sich befanden (Taf. III Fig. 55). Wir haben es hier sicher mit einer Vorbereitung für folgende Erscheinung zu tun. Ein Exemplar zeigte zwei ovale Kerne (noch ziemlich nahe zusammengelagert), von denen der eine zwei runde, der andere nur einen runden Nebenkern besaß (Taf. III Fig. 56). Bei zwei andern Individuen fand ich dieselbe Erscheinung, nur daß hier die Kerne schon weiter auseinander gelagert waren und jeder seinen eigenen helleren Hof besaß.

Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *media* (Brandt).

Nur vier der von mir untersuchten Exemplare dieser Varietät waren Entwickelungsstadien. Drei davon entsprachen genau Parallelfunden bei *Cytt. denticulata typica* und lassen daher dieselbe Entwickelungsweise bei beiden Varietäten vermuten.

Das eine Individuum hatte einen schon gut ausgebildeten Wimperplattenkranz, einen ovalen Kern (13 μ lang) und einen runden Nebenkern. Eine Vakuole befand sich im vorderen Körperdrittel. Das Tier saß auffallenderweise in der Gehäusespitze fest.

Ein anderes, ebenfalls in der Gehäusespitze festsitzendes Exemplar hat wohl bereits deutlich ein Peristomfeld entwickelt, von Wimperplatten war jedoch noch nichts zu erkennen. Das Tier besaß zwei ovale Kerne von 12—13 μ Länge und zwei runde Nebenkerne.

Ein drittes Präparat zeigte ein noch an drei Punkten der Gehäusewand festsitzendes Individuum ohne Wimperplattenkranz; das Tier besaß außer einer Vakuole und einer gefüllten Nahrungsvakuole zwei ovale Kerne von ca. 13 μ Länge und zwei runde Nebenkerne.

Vier fast runde Kerne von ca. 7 μ Durchmesser fand ich bei dem vierten Exemplar, Nebenkerne jedoch konnte ich nicht feststellen. Ein Peristom mit Wimperplattenkranz war vorhanden (Taf. III Fig. 60).

Fortpflanzungserscheinungen bei *Ptychocylis urnula* (Clap. et Lachm.) und *Ptychocylis urnula* (Clap. et Lachm.) var. *pelagica* (Brandt).

Fortpflanzungserscheinungen dieser Art und seiner Varietät fand ich nur sehr selten in meinem Material. Bis auf wenige Exemplare sind es Parallelerscheinungen zu den jungen Tieren (noch ohne Wimperplattenkranz), die nach Laackmann aus den Sporen sich entwickeln sollen.

Wie Laackmann bei *Cytt. helix* und *T. subulatus,* ferner bei *Tps. ventricosa, nucula, baltica, lohmanni* (Laackmann) und *beroidea,* habe ich bei *Cytt. denticulata* und *Pt. urnula* gefunden, daß diese jungen Tiere zuerst gerade die Hälfte der Kerne und Nebenkerne des ausgewachsenen Tieres besitzen. *Pt. urnula* hat als voll ausgebildetes Tier vier Kerne und zwei große, runde Nebenkerne, wie ich im systematischen Teile dieser Arbeit dargetan habe. Ein Exemplar der typischen *Pt. urnula* und eines der var. *pelagica* fand ich nun ohne Wimperplattenkranz, mit zwei ovalen Kernen von 10—12 μ Länge und einem runden, großen Nebenkern von ca. 5 μ Durchmesser (Taf. III Fig. 62). Ein anderes Präparat zeigte ein Individuum noch ohne Wimperplattenkranz, aber mit zwei länglich-ovalen Kernen (15—17 μ groß) und zwei großen, runden Nebenkernen von ca. 5 μ Durchmesser (Taf. III Fig. 63).

Bei den beiden nächsten Exemplaren war die Größe und Gestalt der Kerne und Nebenkerne dieselbe. Das erste zeigt auch noch zwei Kerne und zwei Nebenkerne, aber außer den beiden Ansatzstellen am Gehäuse noch die Bildung eines neuen, feinen Wimperplattenkranzes ungefähr in der Mitte des Tieres (Taf. III Fig. 64). Ein weiteres Exemplar unterscheidet sich von dem eben beschriebenen nur durch das Vorhandensein eines dritten, ebenso großen, ovalen Kernes. Die beiden Nebenkerne liegen hier an je einem Ende eines Kernes, und es wird wohl durch einfache Teilung desselben der vierte erzeugt (Taf. III Fig. 65). Welche Rolle dabei die Nebenkerne spielen, habe ich leider nicht untersuchen können. Ein letztes Individuum von *Pt. urnula* ist ein mit gut ausgebildetem Wimperplattenkranz versehenes Tier mit zwei ovalen, ca. 13 μ großen Kernen und zwei runden, ca. 5 μ großen Nebenkernen, die an je einem Ende eines Kernes liegen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um ein nach Bildung eines zweiten Peristoms geteiltes Tier, bei dem eine Verdoppelung der Nebenkerne bereits vollzogen und die Bildung eines dritten Kernes aus dem zweiten im Gange ist (Taf. III Fig. 66). Auch die Bildung eines zweiten Peristroms habe ich bemerkt, ohne daß an den Kernen eine Veränderung wahrzunehmen gewesen wäre.

Die Tintinnodeen der deutschen Ostseefahrt Juli/August 1907.

Diese Fahrt, mit deren Bearbeitung ich als Assistent beauftragt worden bin, erstreckte sich nicht nur wie die früheren deutschen Ostseeterminfahrten bis in die Danziger Bucht, sondern die weitaus größte Zahl der Stationen und der auch von mir gezählten Fänge liegt nördlich dieser Bucht bis zu der Linie Stockholm-Dagö. Gerade auf diesem Gebiete aber waren seither auch von anderen Staaten nur wenige Fänge gemacht worden, so daß ich mich fast ganz auf Vergleiche mit den Ergebnissen der Ostsee-Untersuchungen östlich bis zur Danziger Bucht und nördlich der Linie Stockholm-Dagö beschränken muß, wo schon früher zahlreiche Fänge gemacht und untersucht worden sind.

Die Auswahl der von mir gezählten Fänge geschah so, daß ich vier Schnitte durch die Ostsee bekam. Der eine geht von der westlichsten Station O 1 (54° 30′ N, 10° 21′ O) hauptsächlich durch das tiefere Fahrwasser bis zur Station OKl 87 (59° 05′ N, 20° 33′ O). Auf den Stationen dieses Schnittes wurden häufig auch Stufenfänge gemacht. Ein zweiter Schnitt geht von der tieferen Station S 4 (55° 21′ N, 15° 39′ O) über den Rücken der Mittelbank und Hoborgbank an der West- und Ostküste Gotlands vorbei bis OKl 89 (59° 12′ N, 19° 19′ O). Die beiden andern Schnitte gehen der schwedischen und der deutsch-russischen Küste entlang [1]).

[1]) Ich möchte auch an dieser Stelle darauf hinweisen, daß ich in einer etwas später erscheinenden Arbeit eine Karte mit den Stationen dieser Fahrt veröffentlichen werde.

Bei den Zählungen des Materials dieser Fahrt habe ich sämtliche Tintinnodeen-Gehäuse, ob mit oder ohne Weichkörper, gezählt. Waren in einem Fange nur leere Gehäuse, so setzte ich der erhaltenen Anzahl ein † zu. Wie Hensen, so kam auch ich infolge Beobachtung lebender Fänge zu der Ansicht, daß die meisten Tintinnodeen bald nach oder bei dem Fange ihr Gehäuse verlassen. Ich muß also annehmen, daß die meisten leeren Gehäuse eines Fanges in der durchfischten Wassersäule noch von lebenden Tieren besetzt waren und deshalb mitgezählt werden müssen. Zerstörte oder halb aufgelöste Gehäuse dagegen habe ich beim Zählen nicht berücksichtigt.

Ein allgemeiner Überblick über die Zählresultate zeigt, daß ein Teil der Arten hauptsächlich in der Nordsee und der westlichen Ostsee in größerer Zahl auftritt, während andere Arten in den östlichsten Gewässern, dem bottnischen und finnischen Meerbusen, heimisch sind und dort in größter Menge auftreten; beide Gruppen können bis zum mittleren Gebiete der Ostsee ausgebreitet sein. *T. subulatus, Tps. baltica* und *Tps. beroidea* scheinen ziemlich gleichmäßig über das von mir untersuchte Ostseegebiet verbreitet zu sein. Zu der in den westlichen Gebieten heimischen Gruppe rechne ich *Tintinnidium mucicola,* ferner *Tps. campanula, Tps. ventricosa* und vielleicht *Tps. nucula*[1]). Aus der nordöstlichsten Ostsee stammen dagegen *Tps. brandti, tubulosa (lohmanni)* und *Tps. lobiancoi.* Diese letzte Art ist ja allerdings auch von Brunsbüttel (Brandt) und vom englischen Kanal (belgische Terminfahrt Mai 1907), ferner von Neapel, Bombay und der Sargasso-See bekannt, allein auf dieser Fahrt war sie nur auf den nördlichsten Stationen vertreten, was mich veranlaßte, sie dieser Gruppe zuzuzählen. *Tintinnopsis tubulosa* ist über die ganze Ostsee verbreitet, doch gegen den bottnischen und finnischen Meerbusen hin nimmt ihre Anzahl bedeutend zu, auch treten hier häufiger die größeren Gehäuse auf.

Leider ist es ja bei kleineren Tintinnodeen-Arten nicht möglich, durch die Netzfänge mit Müllergaze 20 sichere Zahlen für das Vorkommen zu erhalten. Schon Hensen [39] erwähnt, daß neben anderen kleinen Organismen auch Tintinnen durch die Gaze 20 durchgehen. Auch Brandt [11] p. 65 und 66 erwähnt, daß die kleinsten Tintinnen selbst durch Gaze 20 nur teilweise zurückgehalten werden. 1899 schreibt dann Brandt [13], daß unter Umständen „etwa zwei Drittel der vorhandenen Pflanzentrockensubstanz mit dem Planktonnetz nicht mitgefangen werden"; verschiedene Fänge, in denen reichlich Appendicularien und wenig kleine Organismen, besonders wenig vegetabilische Wesen, vorhanden waren, „machen es wahrscheinlich, daß in dem angegebenen Gebiet zahlreiche ganz kleine Pflanzen (vermutlich Flagellaten) vorkommen, die nicht mit dem Planktonnetz, wohl aber durch den Filtrierapparat der Appendicularien gefangen werden können". Lohmann hat dann in seinen drei Arbeiten [57, 58 u. 59] ausführlich dargetan, wie bedeutend der Fangverlust beim Fischen mit Müllergaze 20 für kleine Organismen ist. In seinem neuesten Werke [59] gibt er p. 152 und 153 an, daß einige der Tintinnen gar nicht in Netzfängen vorhanden waren, andere nur in geringer Zahl im Vergleich zu den mit Filter und Zentrifuge bearbeiteten Fängen. Der größte Durchmesser der Maschen der Müllergaze 20 schwankt nach Lohmann [58] p. 21 zwischen 52 und 115 μ; „am häufigsten sind dieselben 70—98 μ lang (in 85% der Fälle)". Meines Erachtens kommt nun beim Fange von Tintinnen nicht der Diagonal-Durchmesser, sondern die Seitenlänge der Maschen in Frage, die nach Brandt [13] 48 μ beträgt. Es werden also leicht kleine Tintinnodeen wie *Tps. beroidea* und *Tps. nucula* durch die Maschen der Müllergaze durchgehen. Ferner erwähnt Lohmann [59], daß auch ziemlich lange, aber schmale Organismen wie *Tintinnus steenstrupi* und Rhizosolenien einen sehr großen Fangverlust aufweisen. Man muß daher annehmen, daß diese langgestreckten Organismen sich mit ihrer Längsachse in die Strömungsrichtung einstellen und daß es daher bei länglichen Formen fast nur auf die Hülsenbreite ankommt. Es erklärt sich nun auch der noch ziemlich bedeutende Fangverlust bei *Tps. baltica* und *Tintinnus subulatus; Tintinnidium mucicola* gibt wohl wegen der großen Elastizität der Gehäusewände und der nicht besonders großen Hülsenbreite (45—63 μ) noch einen erheblichen Fangverlust. In ziemlich sicherer Anzahl werden dagegen *Tps. brandti* und *Tps. campanula* gefangen, die eine wegen des breiten Wohnfaches, die andere wegen des breiten Kragens. Auch *Tps. ventricosa* wird nach Lohmann [59] vom Netz vollkommen gefangen (wohl wegen seiner erheblichen Breite). Ebenso wird *Tps. tubulosa,* deren größte Breite zwischen 40 und 60 μ schwankt, ziemlich sichere Zahlen ergeben.

[1]) *Cytt. denticulata* (Ehrbg.) var. *media* (Brandt), deren Vertreter ich in der Gotlandtiefe fand, ist ein Gast aus der Nordsee.

In der nun folgenden Besprechung der einzelnen Arten werde ich die früheren Funde besonders von Augustfahrten zum Vergleiche heranziehen und auf die Verbreitungsgrenzen, soweit diese durch die Netzfänge festzustellen sind, und die Zeit der Maxima und Minima besonders hinweisen.

Tintinnopsis baltica (Brandt).

Lebend fand ich diese Art in nicht besonders großer Anzahl in der Beltsee, auf den Ostseestationen der deutschen Terminfahrten O 1 (54° 30′ N, 10° 21′ O, 19 m tief) und O 3 (54° 36′ N, 11° 02′ O, 30 m tief), ferner in der Danziger Bucht vor Memel, in der Nähe der schwedischen Küste südlich von Öland und auf der ganz nördlich gelegenen Station OKl 90 der deutschen Ostsee-Terminfahrt Juli/August 1907 (59° 19′ N, 18° 47′ O, 68 m tief). Wie Brandt [15] zusammengestellt hat, findet sich diese Art im Kattegat und über die ganze Ostsee verbreitet. Auch ich habe sie auf meinen Fahrten außer in obigen Gebieten nur einmal auf der deutschen Nordsee-Terminfahrt-Station N 12 (57° 00′ N, 8° 03′ O, 30 m tief) in wenigen Exemplaren gefunden. Nach den Bulletins wurde *Tps. baltica* am häufigsten von finnischen Planktologen erwähnt; das Hauptauftreten dieser Art scheint im Monat Mai zu liegen, aber auch in den übrigen Jahreszeiten war *Tps. baltica* über den ganzen bottnischen und finnischen Meerbusen reichlich verbreitet. In der eigentlichen Ostsee wird sie von deutschen und schwedischen Forschern zu jeder Jahreszeit erwähnt; leider wurde sie bei den deutschen Untersuchungen häufig mit *Tps. ventricosa*, *Tps. nucula* und *Tps. beroidea* zusammengezählt. Im Kattegat wurde diese Art von dänischen Planktologen im Februar nie, im Mai nur einmal in den Jahren 1903—1907 gefunden; November und Dezember dagegen war sie im Kattegat fast stets vertreten. Außerhalb der obigen Gebiete erwähnen holländische Forscher August 1904 eine *Cyttarocylis jörgenseni,* die Brandt als mit *Tps. baltica* (Brandt) identisch erklärt; August 1905 fanden Holländer eine *Amphorella jörgenseni,* die wohl ebenso wie *Cytt.* und *Codonella jörgenseni* mit *Tps. baltica* übereinstimmen dürfte. Das häufigere Auftreten von *Tps. baltica* auf der nördlichsten Station OKl 90 dieser Fahrt (59° 19′ N, 18° 47′ O) wird wohl mit dem von finnischen Planktologen im bottnischen und finnischen Meerbusen und von Levander bei Helsingfors gemachten häufigen und größeren Funden in Zusammenhang zu bringen sein. Daß sie außerhalb der Ostsee und des Kattegats bis jetzt fast gar nicht gefunden wurde, läßt vermuten, daß sie ihren Namen vollauf verdient.

Tintinnopsis ventricosa (Clap. et Lachm.) em. Brandt.

Aus der östlichsten Ostsee ist diese Art erwähnt von Levander, allein die Angaben und die Abbildung stimmen nicht vollständig für *Tps. ventricosa;* jedenfalls ist das Vorkommen daselbst etwas zweifelhaft. Nach Hensen ist *Tps. ventricosa* in der westlichen Ostsee reichlicher als in der östlichen; hier ist zu bemerken, daß Hensen und Apstein unter östlicher Ostsee nur das Gebiet bis Memel ungefähr verstehen. Apstein fand diese Art August 1903 in der westlichen Ostsee bis zu der deutschen Terminfahrt-Station O 9 (54° 44′ N, 13° 17′ O, 36 m tief) reichlich, östlich davon nur im tieferen, salzigeren Wasser; auf der schwedischen Terminfahrt-Station der Ostsee S 4 (55° 20′ N, 15° 40′ O) dagegen wurde sie gerade gegen die Oberfläche hin bedeutend reichlicher (aus der Tiefe von 95—60 m: 914, aus 60—10 m: 2400 und aus 10—0 m: 4800 Exemplare in 1 cbm). 1901 erwähnt Apstein *Tps. ventricosa* nur bis zum Adlergrund bei Bornholm häufig, östlich davon nur noch an einigen Stellen als vorhanden. Auch nach Kräfft nahm die Zahl dieser Art nach Osten hin beträchtlich ab. In den Bulletins wird *Tps. ventricosa*, unter deren Namen leider häufig verschiedene Arten zusammengefaßt wurden, von deutschen Forschern zu jeder Jahreszeit in der Ostsee erwähnt, allein stets nimmt die Anzahl gegen Osten hin beträchtlich ab. Bei den schwedischen Untersuchungen wurde sie zweimal in der westlichen Ostsee gefunden. Von finnischen Planktologen wird August 1904 und August 1905 diese Art als im finnischen Meerbusen spärlich vorkommend erwähnt; vielleicht haben wir es jedoch hier mit der von Levander beschriebenen, nicht sicher mit *Tps. ventricosa* übereinstimmenden Art zu tun.

Ich fand *Tps. ventricosa* häufig auf allen Stationen dieser Fahrt in der westlichen Ostsee bis zur Station O 8 (54° 52′ N, 13° 14′ O, 42 m tief); östlich hiervon nur noch in dem tieferen, salzigeren Wasser der Stationen: OA 66 (65° 10′ N, 16° 08′ O), OA 75 (55° 22′ N, 17° 40′ O), OA 83 (55° 59′ N,

18° 52′ O), OA 77 (55° 02′ N, 18° 20′ O), OA 78 (55° 13′ N, 18° 56′ O) und OA 80 (55° 35′ N, 20° 14′ O). Auf der schwedischen Terminfahrt-Station S 4 (55° 20′ N, 15° 45′ O) dagegen war sie, wie bei Apstein August 1903, in den oberen Schichten viel häufiger als in den unteren, ein Umstand, der wohl sehr bemerkenswert ist, den ich mir aber nicht erklären kann. Östlich der Danziger Bucht habe ich diese Art (nur noch ganz vereinzelt) im Tiefenwasser der Gotlandtiefe lebend angetroffen. Wenn wir also die zweifelhafte Angabe Levander's und die spärliche der Bulletins über das Vorkommen dieser Art in der nordöstlichen Ostsee unberücksichtigt lassen, so kommen wir auf eine Hauptverbreitung der *Tps. ventricosa* von der Nordsee bis zur westlichen Ostsee (bis zur Darsser-Schwelle). Ausläufer finden sich noch im Unterstrom der Ostsee in größerer Anzahl bis zur Danziger Bucht und vereinzelt bis in die Gotlandtiefe.

Tintinnopsis nucula (Fol.) und *Tintinnopsis beroidea* (Stein emend. Brandt).

Diese beiden kleinen Tintinnopsis-Arten, die, wie vorhin schon erwähnt, fast stets nur zum geringsten Teile mit dem Planktonnetz gefangen werden und deren Fangverlust von den mitgefangenen Organismen sehr abhängt, habe ich nur in kleinen Mengen in der westlichen Ostsee gefunden. Östlich der deutschen Terminfahrt-Station O 8 (54° 54′ N, 13° 12′ O) fand ich lebende Exemplare nur noch im Tiefenwasser der Station O A 66 (65° 10′ N, 16° 08′ O) und auf der schwedischen Terminfahrt-Station S 4 (55° 21′ N, 15° 39′ O). Wegen der großen Unsicherheit der gefundenen Zahlen möchte ich auf ihre Verwertung verzichten. Doch scheint wenigstens *Tps. beroidea* nicht so sehr auf die westliche Ostsee beschränkt, wie *Tps. ventricosa*. Kräfft z. B. fand Frühjahr 1906 die Zahl der *Tintinnopsis beroidea* von der deutschen Terminfahrt-Station der Ostsee O 5 (54° 28′ N, 12° 15′ O) bis O 11 (55° 17′ N, 16° 46′ O) beständig wachsend. Diese Art, die ja auch von Levander sicher im finnischen Meerbusen nachgewiesen wurde und die nach den Bulletins in der Ostsee von deutschen und schwedischen Forschern und im bottnischen und finnischen Meerbusen bei finnischen Untersuchungen gefunden wurde, ist wohl über die ganze Ostsee verbreitet.

Tps. nucula wurde bisher bei den Zählungen leider fast immer mit *Tps. ventricosa* zusammen geworfen, so daß nur wenig Vergleichsmaterial vorliegt. Besonders bei den in Zukunft zu zählenden Filterfängen, die ja genauere Zahlen ergeben werden, wird es wichtig sein, durch die scharfe Trennung beider Arten zu untersuchen, ob diese verschiedenen Arten auch verschiedene Verbreitung besitzen. Wie ich im systematischen Teil dieser Arbeit nachgewiesen habe, ist eine Unterscheidung mit Hilfe der Gehäusegröße ganz sicher und leicht durchführbar. Nach wenigen Messungen schärft sich der Blick so, daß man leicht ohne weiteres die Trennung dieser beiden Arten ausführen kann.

Tintinnopsis campanula (Ehrbg.).

Diese charakteristische Art, die nach Brandt [15] über die ganze Ostsee verbreitet ist und auch im finnischen Meerbusen gefunden wurde, habe ich lebend in keinem der untersuchten Fänge bemerkt. Wenige leere Gehäuse fand ich auf den Stationen O 3 (54° 36′ N, 11° 02′ O) und O 5 (54° 28′ N, 12° 15′ O) und ganz im Nordosten auf Station OKl 90 (59° 19′ N, 18° 47′ O). *Tps. campanula* ist nach den Bulletins in der Ostsee nur von deutschen Forschern gefunden und zwar trat sie August 1903 bis 1906 stets über die ganze Ostsee bis zur Danziger Bucht zahlreich verbreitet auf; November wird sie östlich der Darsser-Schwelle nicht mehr erwähnt; Februar 1907 kam sie ausnahmsweise bis zur deutschen Terminfahrt-Station der Ostsee O 10 (54° 35′ N, 15° 30′ O) vor. Hensen, Möbius, Levander und Laackmann erwähnen sie aus der westlichen Ostsee; Levander hat sie bei Helsingfors und im finnischen Meerbusen, allerdings nur spärlich, gefunden. Dafür, daß *Tps. campanula* ziemlich schwachsalziges Wasser vertragen kann, spricht der Fund in den Binnengewässern Rügens (August 1899), die vorwiegend Süßwasserformen enthielten.

Warum ich diese Art, die nach Hensen gerade von August bis November in der westlichen Ostsee ihr Maximum erreichen soll, und deren stärkste und weiteste Verbreitung über die Ostsee auch nach den Bulletins in den Monat August fällt, bei meinen Zählungen so wenig gefunden habe, ist mir unverständlich. Ein Übersehen dieser charakteristischen Gehäuse halte ich für gänzlich ausgeschlossen.

Tintinnopsis lobiancoi (v. Daday).

Vertreter dieser Art fand ich nur auf den nördlichsten Stationen der deutschen Ostseefahrt Juli-August 1907: OKl 97 (58° 32′ N, 20° 13′ O, 97 m tief), OKl 95 (58° 38′ N, 19° 01′ O, 141 m tief) und OKl 89 (59° 12′ N, 19° 19′ O, 56 m tief) und zwar in nur ganz geringer Anzahl. Wahrscheinlich sind es Gäste aus dem finnischen Meerbusen, von wo Levander schon 1894 dieser Art zugehörende Gehäuse beschrieben hat. In den Bulletins ist *Tps. lobiancoi* nur einmal (Mai 1907) von belgischen Forschern als im Ärmelkanal sehr selten erwähnt. Brandt fand sie in großer Menge bei Brunsbüttel. Als weitere Fundorte seien hier noch erwähnt: Brandt bei Bombay und in der Sargassosee, von Daday bei Neapel. Cleve fand diese Art August und September bei Helder; nach seiner Textfigur sind die Gehäuse ungeringelt und haben eine Länge von 160—170 μ.

Tintinnopsis brandti (Nordqvist).

Diese Art, die von Nordqvist [66] und Aurivillius [6] im bottnischen und von Levander [53, 54 u. 55] im finnischen Meerbusen, außerdem von Brandt [15] an der norwegischen Küste gefunden wurde und deren Vorkommen auch nach den Bulletins in dem bottnischen und finnischen Meerbusen und die nördliche Ostsee fällt, tritt am häufigsten während der August- und November-Fahrten auf.

Im Februar wurde sie nach den Bulletins stets nur ganz vereinzelt im finnischen Meerbusen angetroffen; im bottnischen Meerbusen wurde im Monat Februar leider nur einmal (1903) gefischt, dabei fehlte diese Art jedoch ganz. Sehr auffallend waren die Stationen an der Südwestecke Finnlands: im Mai wurden fast immer auf ihnen die einzigen Funde gemacht. Leider sind ja die Häufigkeitszeichen in den Bulletins nicht gut zu verwerten, da sie nur die relative Häufigkeit einer Art in einem Fange bezeichnen und daher keine sicheren Vergleiche mit der Häufigkeit in anderen Fängen erlauben. Auffallend scheint es mir jedoch, daß im August und November *Tps. brandti* stets gerade an diesen Stationen (Südwestecke Finnlands) als relativ sehr häufig erwähnt wurde. Die Häufigkeit dieser Art im bottnischen und finnischen Meerbusen bei den August- und November-Fahrten scheint zu schwanken. Während August 1903—05 der finnische Meerbusen bevorzugt war, fehlte sie hier August 1906 ganz, war aber im bottnischen Meerbusen um so häufiger. November 1903, 1904 und 1906 war sie über den bottnischen und finnischen Meerbusen ziemlich gleichmäßig verteilt, während sie November 1905 im finnischen Meerbusen selten und im bottnischen häufig war. In den Bulletins wurden als die südlichsten Fundorte dieser Art angegeben: von finnischen Planktologen November 1903 bei Stockholm die finnische Terminfahrt-Station F 78 (58° 42′ N, 18° 26′ O, 420 m tief) und von schwedischen Forschern August 1902 die schwedische Terminfahrt-Station der Ostsee S 2 (57° 08′ N, 17° 41′ O, 110 m tief) und 100 Seemeilen westlich von Gotland.

In größerer Anzahl traf ich *Tps. brandti* nur auf den nördlichsten Stationen der deutschen Ostseefahrt Juli-August 1907 an der schwedischen Küste; die deutsche und russische Küste waren völlig frei von dieser Art. Dagegen zeigte die Station der Mittelbank, die auch für *Tps. tubulosa* sehr günstige Lebensbedingungen aufzuweisen scheint, wieder 240 Exemplare von *Tps. brandti* unter einem Quadratmeter; obwohl sämtliche umliegenden Stationen diese Art ganz entbehrten. Nur die ganz dicht an der schwedischen Küste liegende Station OA 70 (56° 01′ N, 15° 52′ O, 21 m tief) ergab noch Vertreter dieser Art. Dies sind wohl die südlichsten Fundorte, auf denen bis jetzt *Tps. brandti* konstatiert wurde. Das isolierte Vorkommen auf der Mittelbank möchte ich beinahe in eine Parallele zu dem daselbst auftretenden Maximum von *Tps. tubulosa* bringen.

Der Salzgehalt der Ostsee ist östlich von Bornholm sehr wenig schwankend. Er ist auf den weniger tiefen Stationen durchschnittlich ca. 6—7‰ und ich vermute daher, daß diese und die folgende Art nicht nur auf der Mittelbank, sondern auch im seichten Wasser der schwedischen und deutsch-russischen Küste anzutreffen sein wird.

Tintinnopsis tubulosa (Levander).

Diese Art, der ich auch die von Laackmann aufgestellte *Tps. lohmanni* zurechne (siehe den systematischen Teil dieser Arbeit), fand ich über die ganze Ostsee verbreitet. Zu bemerken ist, daß in der westlichen Ostsee die kleineren Gehäuse vorherrschen, in der östlichen und nördlichen Ostsee dagegen alle Größen ziemlich gleichmäßig gemischt waren.

Ganz auffallend ist das häufige Auftreten von *Tps. tubulosa* auf der Mittelbank (208900 Gehäuse unter einem Quadratmeter). Auf fast allen umliegenden Stationen fand ich ebenfalls Vertreter dieser Art (160—560 Exemplare unter einem Quadratmeter). Andererseits scheint diese Art nicht an das ganz seichte Wasser gebunden zu sein, da ich die größten Zahlen in der nördlichen Ostsee bei verhältnismäßig tiefen Stationen (bei Tiefen von 56—141 m 1120 bis 88160 Exemplare unter einem Quadratmeter) erhalten habe. Außerdem fand ich *Tps. tubulosa* in verhältnismäßig wenigen Exemplaren längs der schwedischen Küste und an der Ost- und Westküste von Gotland. Auf den Stationen der deutsch-russischen Küste zählte ich nur sehr wenige leere Gehäuse.

Nach den Bulletins wurde diese Art im finnischen Meerbusen zu jeder Jahreszeit häufig angetroffen. Februar 1903, das einzige Mal, daß meines Wissens im Februar im bottnischen Meerbusen gefischt wurde, fehlte sie hier ganz. In den Monaten Mai, August und November war sie in dem finnischen und bottnischen Meerbusen ziemlich häufig vertreten. Nach den Bulletins wurde *Tps. tubulosa* von finnischen Planktologen bis zur Höhe von Stockholm südlich angetroffen. Außerdem wird von deutschen Forschern Mai 1906 auf der deutschen Terminfahrt-Station der Ostsee O 4 (54° 10′ N, 11° 16′ O, 24 m tief) und von schwedischen November 1906 im Skagerrak auf der schwedischen Skagerrak-Station S 10 (58° 48′ N, 10° 23′ O, 200 m tief) *Tps. tubulosa* erwähnt. *Tps. lohmanni* wurde bei den deutschen Terminfahrten August und November 1906, Februar und Mai 1907 westlich bis zur Beltsee gefunden. Dänische Planktologen erwähnen November 1906 *Tps. lohmanni* als im großen Belt und bei Skagen auf der dänischen Terminfahrt-Station Da 15 (57° 18′ N, 11° 27′ O, 72 m tief) gefischt. *Tps. tubulosa* wurde außerdem noch von Brandt an der Tokantins-Mündung und von van Breemen an der holländischen Küste und in der Zuider-See nachgewiesen. Kräfft erwähnt *Tps. lohmanni* außerhalb der Ostsee noch im Kattegat anf seinen Stationen 12 (56° 23′ N, 12° 23′ O) und 13 (56° 55′ N, 12° 09′ O), ferner in der Nordsee auf seiner Station 37 bei den ostfriesischen Inseln.

Cyttarocylis denticulata (Ehrbg.).

In größerer Menge wurde bisher *Cytt. denticulata* nur im Ozean, der Nordsee und dem Skagerrak, seltener noch im Kattegat und südlich der dänischen Inseln in der Beltsee festgestellt. Hensen fand 1884—86 in einigen Fängen der westlichen Ostsee und Brandt und Apstein am Eingange der Kieler Föhrde Exemplare dieser Art, Möbius erwähnt sie 1888 aus der Kieler Bucht. Nach den Bulletins fanden dänische Planktologen *Cytt. denticulata* im großen Belt selten im Februar 1904, 1905 und 1906, im Mai und November 1904. In der Beltsee wurde sie bei den deutschen Terminfahrten gefunden Februar 1905 auf den Terminfahrt-Stationen der Ostsee[1]) O 2, 3 und 4, Februar 1906 auf O 3, 4 und 5, Februar 1907 auf O 1, 2 und 4, Mai 1904 auf O 3, Mai 1905 auf O 2, 3, 4 und 5, Mai 1906 auf O 3 und Mai 1907 auf O 3, 4 und 5. August 1904 soll *Cytt. denticulata* auf O 2 und O 3 sehr häufig gewesen sein. Ich glaubte jedoch hier eine falsche Bestimmung annehmen zu müssen, da diese Art im Kattegat oder gar der Beltsee noch nie häufig aufgetreten ist und da sie sonst im August im großen Belt und in der Beltsee niemals vorhanden war. Außerdem wurde sie auch gerade August 1904 im ganzen Kattegat von den dänischen Planktologen vermißt. Ich vermutete eine Verwechselung mit *Cytt. helix,* die ja um diese Jahreszeit in der Beltsee sehr häufig vertreten ist und habe deshalb die betreffenden Fänge, die mir glücklicherweise noch zur Verfügung standen, nochmals nach *Cytt. denticulata* durchgesehen. Die Nachprüfung bestätigte meine Vermutung. In mehreren Proben der beiden Fänge fand ich neben verschiedenen anderen Tintinnodeen verhältnismäßig viele Exemplare von *Cytt. helix; Cytt. denticulata* dagegen war gar nicht vertreten. Außerdem wurde November 1906 auf der Station O 3 der deutschen Ostsee-Terminfahrt die var. *cylindrica* bemerkt. Wenn wir von diesem letzteren vereinzelten Fall absehen, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß wir es hier mit Ausläufern des im November an der norwegischen Südwestküste stattfindenden Massenauftretens dieser Art zu tun haben.

Ich habe bei meinen Zählungen in der Gotlandtiefe, im Fange der Station OA 94 (56° 56′ N, 20° 05′ O), aus einer Tiefe von 158—75 m ein leeres Gehäuse und im Fange der Station OA 96 (57° 16′ N, 20° 04′ O) aus einer Tiefe von 210—75 m ein solches mit gut erhaltenem Weichkörper von *Cytt. denticulata* var. *media* gefunden. Dieser Fund erinnert sehr an die Tatsache, daß Hensen auf der zweiten Holsatia-

[1]) Karte mit Angabe der Stationen siehe Driver's Arbeit [30].

Fahrt 1887 in dem Planktonfange der Station 10 ein Gehäuse von *Dictyocysta elegans* gefunden hat. Auch ich möchte annehmen, daß die von mir gefundenen Exemplare, die ich ganz sicher erkannt habe, mit dem Unterstrom in die östliche Ostsee befördert worden sind. Daß ich bei beiden Tiefenfängen der Gotlandtiefe je ein Exemplar dieser Art gefunden habe, spricht für ein nicht ganz seltenes Vorkommen in dieser Tiefe. Ferner spricht die Wohlerhaltenheit des Weichkörpers dafür, daß Exemplare dieser Art hier, bei dem niedrigen Salzgehalt von 11—12 ‰, noch gelebt haben müssen.

Tintinnus subulatus (Ehrbg.).

Vertreter dieser sehr weit verbreiteten Art habe ich nur in der westlichen Ostsee auf den deutschen Terminfahrt-Stationen O 1 und O 3 gefunden. Eine leere Hülse war außerdem noch im Fange der Station OA 78 (55° 13′ N, 18° 56′ O) in der Danziger Bucht. Diese spärlichen Funde erklären sich vielleicht dadurch, daß nach den Untersuchungen von Brandt und Apstein bei der Heulboje, am Eingang der Kieler Föhrde diese Art erst im August aufzutreten beginnt und gewöhnlich erst im Oktober ihr Maximum erreicht. Auch Levander bezeichnet sie als spezifische Herbstform des finnischen Meerbusens. Wir können diese Art also in den Augustfängen noch nicht mit Sicherheit erwarten. Nach den Zählprotokollen der ersten Holsatia-Fahrt erweist sich aber *T. subulatus* als ausgesprochene Seichtwasserform (siehe Brandt [15] p. 396), die schon wenige Meilen vom Lande entfernt, also bei Tiefen von höchstens 20—30 m, bedeutend spärlicher auftrat. Diese Art dürfte daher auch zur Zeit des Maximums auf den meisten Stationen der deutschen Ostseefahrt Juli/August 1907, deren Tiefe östlich der Darsser-Schwelle gewöhnlich über 50 m beträgt, höchstens in geringer Zahl anzutreffen sein.

Tintinnidium mucicola (Clap. et Lachm.).

Als Hauptfundorte dieser Art wurden bisher angegeben: die Nordsee bei Bergen und Helgoland und die Kieler Bucht. Lohmann und Laackmann fanden *Tintinnidium mucicola* in der Kieler Bucht von Mai bis November 1905 und von Mai bis August 1906 (nach August 1906 wurden keine Fänge mehr gemacht). Am häufigsten trat diese Art im Juni 1905 und Juli 1906 auf. Ferner wurde sie nach den Bulletins bei den deutschen Terminfahrten im August und November 1906 in der Ostsee bis zur Danziger Bucht gefunden; auffallenderweise wurde sie Mai 1904, 1906 und 1907 nur auf den deutschen Terminfahrt-Stationen N 1, N 15, N 12 und N 11 (westlich der nordfriesisch-dänischen Küste) erwähnt. Eine Tintinnidium-Spezies wurde von deutschen Planktologen des öfteren auf den Ostseestationen der deutschen Terminfahrten gefischt. November 1903 geben finnische Forscher dicht bei Petersburg den spärlichen Fund einer Tintinnidium-Spezies an, doch handelt es sich hier wohl um *Td. fluviatile,* das die Finnländer einigemal aus dem finnischen und bottnischen Meerbusen (stets selten und ganz in Küstennähe) angeben. Auf den Fahrten, an denen ich teilgenommen habe, habe ich *Td. mucicola* nicht nur an der norwegischen Küste, sondern auch durch das ganze Kattegat und den großen Belt festgestellt (Februar 1908).

Bei den Zählungen der Ostsee-Augustfahrt fand ich diese Art in größerer Anzahl in der westlichen Ostsee (der Beltsee), auf den Stationen der deutschen Ostsee-Terminfahrten O 1, 3 und 5; auf O 8, also jenseits der Darsser-Schwelle, nahm die Zahl erheblich ab und auf den weiter östlich gelegenen Stationen habe ich diese Art ganz vermißt.

Östlich der Orte, wo ich *Td. mucicola* gefunden habe, wurde diese Art konstatiert außer in den Bulletins noch von Apstein im August 1903 auf der deutschen Terminfahrt-Station O 11 (55° 17′ N, 16° 46′ O) und auf der schwedischen Terminfahrt-Station S 4 (55° 20′ N, 15° 40′ O) und im November 1903 auf O 11 und in der Danziger Bucht auf O 12 (54° 54′ N, 19° 15′ O). Bei der Fahrt des „Deutschen Seefischerei-Vereins“ August bis September 1901 fand Apstein ein Tintinnidium sp., das *Td. fluviatile* ähnlich sein sollte, auf der Hoborgbank, in der Danziger Bucht, in der Weichselmündung und bei Memel. Das Material von der Hoborgbank habe ich selbst nochmals auf diese Art untersucht und fand keinen Unterschied zwischen diesen Exemplaren und den von mir auf den Stationen O 1 bis O 8 der deutschen Ostsee-Terminfahrten gefundenen. Überhaupt entsprachen nach Brandt *Td. mucicola* und *Td. fluviatile* in bezug auf Gehäuse einander ziemlich vollkommen. Ein Unterschied beider wird in der Kernzahl angegeben.

Nach den älteren, der Prüfung bedürftigen Angaben von Stein und Entz soll *Td. fluviatile* nur einen Kern besitzen, während bei *Td. mucicola* nach Brandt und Laackmann zwei Haupt- und zwei Nebenkerne vorhanden sind. Die Tiere des Materials von der Hoborgbank besaßen zwei Kerne, stimmen also darin mit *Td. mucicola* überein. Es scheint also, daß diese Art ziemlich wechselnden Salzgehalt vertragen kann. An der Hoborgbank hat das Wasser nur noch ungefähr 7‰ Salzgehalt. Von dem übrigen Material dieser Fahrt, in dem Apstein Tintinnidium sp. gefunden hatte, war leider nichts mehr zu verwerten. Aber da *Td. mucicola* hiermit doch bis zur Hoborgbank vorzukommen scheint, so darf man vielleicht annehmen, daß wir es auch bei den übrigen baltischen Funden nicht mit der Süßwasserform zu tun haben. Auch sagte mir Herr Professor Apstein, daß ihm bei Abfassung der betreffenden Arbeit nur *Td. fluviatile* bekannt gewesen sei und er seine Exemplare deshalb als dieser Art ähnlich bezeichnet habe.

Inhalt.

Seite

I. Material, Konservierungs-, Färbe-, Einlege- und Schnittmethode 142
II. Beschreibung der untersuchten Arten in bezug auf Gehäuse und besonders auf Weichkörper 144
1. *Tintinnopsis ventricosa* 146
2. *Tintinnopsis nucula* 148
3. *Tintinnopsis beroidea* 149
4. *Tintinnopsis beroidea* var. *b* (Brandt) 149
5. *Tintinnopsis baltica* 150
6. *Tintinnopsis parva* n. sp. 150
7. *Tintinnopsis campanula* 151
8. *Tintinnopsis lacustris* 152
9. *Tintinnopsis karajacensis* 152
10. *Tintinnopsis lobiancoi* 153
11. *Tintinnopsis tubulosa* 153
12. *Tintinnopsis brandti* 153
13. *Tintinnopsis pellucida* 156
14. *Tintinnopsis sacculus* var. *magna* n. v. 156
15. *Cyttarocylis edentata* 158
16. *Cyttarocylis edentata* var. *parundentata* 158
17. *Cyttarocylis denticulata* var. *typica* 158
18. *Cyttarocylis denticulata* var. *media* 158
19. *Cyttarocylis denticulata* var. *cylindrica* 158
20. *Cyttarocylis denticulata* var. *subrotundata* 159
21. *Cyttarocylis serrata* 159
22. *Cyttarocylis ehrenbergi* 159
23. *Cyttarocylis helix* 160
24. *Ptychocylis urnula* 161
25. *Ptychocylis urnula* var. *pelagica* 162
26. *Tintinnus subulatus* 162
27. *Tintinnus subulatus* var. *kiliensis* 162
28. *Tintinnus acuminatus* 163
29. *Tintinnus acuminatus* var. *altiplicatus* n. v. 163
30. *Tintinnus amphora* var. *quadrilineata* 164
31. *Tintinnus norvegicus* 164
32. *Undella lachmanni* var. *caudata* 164
33. *Tintinnidium mucicola* 165
III. Über Fortbewegungserscheinungen von Tintinnodeen 165
IV. Über die Nahrung der Tintinnodeen 167
V. Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula* 168
VI. Faunistische Bearbeitung der Tintinnodeen der deutschen Ostseeterminfahrt Juli/August 1907 174

Alphabetisches Literaturverzeichnis.

1. Apstein, C. (1896). Das Süßwasserplankton. Kiel 1896.
2. Apstein, C. (1900). Plankton in Rügen'schen Gewässern, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilg. Kiel. Bd. V, p. 39—44.
3. Apstein, C. (1902). Das Plankton der Ostsee, in: Abhandlungen des Deutschen Seefischereivereins. Bd. VII.
4. Apstein, C. (1903). Das Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten 1903, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Bd. IX.
5. Apstein, C. (1908). Übersicht über das Plankton 1902—1907, in: Vierter und fünfter Jahresbericht über die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. Berlin 1908.
6. Aurivillius, C. W. S. (1896, 2). Das Plankton des baltischen Meeres, in: Bih. Svenska Ak. Vol. 21. Afd. 4. Nr. 8.
7. Aurivillius, C. W. S. (1898). Vergleichende tiergeographische Untersuchungen über die Planktonfauna des Skagerraks in den Jahren 1893—1897, in: Svenska Ak. Handl. Vol. 30. Nr. 3.
8. Biedermann, R. (1892). Über die Struktur der Tintinnengehäuse. Kiel 1892. Dissertation.
9. Borgert (1891). Über die Dictyochiden, insbesondere über *Distephanus speculum;* sowie Studien an Phäodarien. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 51, p. 629 ff.
10. Brandt, K. (1895). Über das Stettiner Haff, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. 1, p. 107—144.
11. Brandt, K. (1896). Die Tintinnen (der Grönlandexpedition unter der Leitung Dr. von Drygalski's 1892—93), in: Bibliotheca Zoologica. Heft 20, Lieferung 2. Stuttgart.
12. Brandt, K. (1897). Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht, in: Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft, 7. Jahresversammlung zu Kiel 1897.
13. Brandt, K. (1899). Über den Stoffwechsel im Meere, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Bd. IV. Abteilung Kiel.
14. Brandt, K. (1906). Die Tintinnodeen der Planktonexpedition, Atlas und Tafelerklärungen nebst kurzer Diagnose der neuen Arten. Kiel 1906.
15. Brandt, K. (1907). Die Tintinnodeen der Planktonexpedition, systematischer Teil. Kiel 1907.
16. Breemen, P. J. van (1905). Plankton van Nordzee en Zuiderzee (Dissertation Amsterdam). Leiden.
17. Bulletins trimestriels des résultats acquis pendant les croisières periodiques. Copenhague.
    Année 1902—1903, Band 1—4.
    Année 1903—1904, Band 1—4.
    Année 1904—1905, Band 1—4.
    Année 1905—1906, Band 1—4.
    Année 1906—1907, Band 1—4.
18. Bütschli, O. (1888—89). Protozoa, 3. Abt. Infusoria, in: Bronn, Klass. Ordn. Vol. 1.
19. Claparède et Lachmann (1858). Etudes sur les infusoires et les rhizopodes. Genève. Vol. 1.
20. Cleve, P. T. Plankton collected by the Svedish Expedition to Spitzbergen in 1898, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar, Vol. 32. Nr. 3.
21. Cleve, P. T. Plankton Researches in 1897, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 32. Nr. 7.
22. Cleve, P. T. The Plankton of the North-Sea, the English Channel and the Skagerrak in 1898, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 32. Nr. 8.
23. Cleve, P. T. The Plankton of the North-Sea, the English Channel and the Skagerrak in 1899, in: K. Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 34. Nr. 2.
24. Cleve, P. T. Report on the Plankton collected by the Swedish expedition to Greenland in 1899, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 34. Nr. 3.
25. Cleve, P. T. The Plankton of the North-Sea and the Skagerrak in 1900, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 35. Nr. 7.
26. Cleve, P. T. Plankton Researches in 1901 and 1902, in: Svenska Vet.-Akad.-Handlingar. Vol. 36. Nr. 8.

27. Cleve, P. T. (1905). On the Plankton from the Swedish Coast-stations Maseskär and Väderöbod, collected during August 1902 to July 1903, and on the seasonal variation of the Plankton of the Baltic Current, in: Svenska Hydrogr. Biolog. Kommiss. Skrifter. Vol. 2.
28. Cleve, P. T. (1905). Report on the Plankton of the Baltic Current, collected from August 1903 to July 1904 at the Swedish Coast-stations Maseskär and Väderöbod, in: Svenska Hydrograph. Biolog. Kommiss. Skrifter. Vol. 2.
29. Daday, Eugen v. (1887). Monographie der Familie der Tintinnodeen, in: Mitteilungen der zoolog. Station zu Neapel. Vol. 7.
30. Driver, Heinrich (1907). Das Ostseeplankton der vier deutschen Terminfahrten im Jahre 1905, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. N. F. Vol. X.
31. Ehrenberg, Chr. G. (1838). Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. (Tintinnen, p. 294—295.)
32. Ehrenberg, Chr. G. (1840). Diagnose von 274 neuen Infusorien, in: Monatsb. Akad. Wiss. Berlin (p. 201).
33. Entz, Géza (1884). Über Infusorien des Golfes von Neapel, in: Mitteilungen der zoolog. Station zu Neapel. Vol. 5.
34. Entz, Géza (1885). Zur näheren Kenntnis der Tintinnodeen, in: Mitteil. der zoolog. Station zu Neapel. Vol. 6.
35. Entz, Géza, jun. (1908)[1]. A Tintinnidák Szervezete, in: Mathemat. és Természettudomanyi Közlemények, magyar tudományos Akadémia. Bd. XXIX. Budapest.
36. Fol, Hermann (1881). Conribution à la connaissance de la famille des Tintinnodea, in: Arch. des Sciences phys. natur. (3.) Vol. 5.
37. Fol, Hermann (1884). Sur la famille des Tintinnodea, in: Recueil zoologique Suisse. Vol. 1.
38. Haeckel, Ernst (1873). Über einige neue Infusorien, in: Jenaische Zeitschrift für Med. und Naturwissenschaft. Vol. 7.
39. Hensen, V. (1887). Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, in: 5. Bericht d. Kommiss. f. wissenschaftl. Unters. d. deutsch. Meere.
40. Hensen, V. (1890). Das Plankton der östlichen Ostsee und des Stettiner Haffs, in: 6. Bericht d. Kommiss. zur wissenschaftl. Unters. d. deutsch. Meere.
41. Jörgensen, E. (1899). Über die Tintinnodeen der norweg. Westküste, in: Bergens Museums Aarbog 1899. Nr. 2.
42. Jörgensen, E. (1900). Protophyten und Protozoen im Plankton aus der norwegischen Westküste, in: Bergens Museums Aarbog 1899. Nr. 6.
43. Jörgensen, E. (1901). Protistenplankton aus dem Nordmeere in den Jahren 1897—1900, in: Bergens Museums Aarbog 1900. Nr. 6.
44. Jörgensen, E. (1905). The Protist-Plankton and the Diatoms in Bottom Samples, in: O. Nordgaard, Hydrographical and biological Investigations in Norwegian-Fjords. Bergens Museums Skrifter.
45. Kent, W. Sav. (1882). A Manual of the Infusoria. 3 Vol. London. 1880—1882.
46. Kräfft, Fritz (1908). Über das Plankton in Ost- und Nordsee und den Verbindungsmeeren, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Vol. XI.
47. Krümmel, Otto (1904). Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung, in: Veröffentl. des Instituts für Meereskunde. Vol. 4—6. 1903—1904.
48. Kuhlgatz, Th. (1898). Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung, in: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Vol. 3.
49. Laackmann, Hans (1906). Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Vol. X.
50. Lauterborn, Robert (1894). Die pelagischen Protozoen und Rotatorien Helgolands, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Band 1. 1. Heft.
51. Leidy, Joseph (1879). Fresh-water Rhizopods of North-America, in: Report of the U. St. Geological Survey. Vol. 12. Washington. (p. 108 u. 109. t. 12, f. 19—21; t. 16, f. 35.)
52. Levander, K. M. (1892). Verzeichnis der während des Sommers 1891 bei Rostock beobachteten Protozoen.
53. Levander, K. M. (1894). Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna, in: Acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 12. Helsingfors.
54. Levander, K. M. (1900). Über das Herbst- und Winterplankton im finnischen Meerbusen und in der Alandsee 1898, in: Acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 18. Helsingfors.
55. Levander, K. M. (1901). Zur Kenntnis des Planktons und der Bodenfauna einiger seichten Brackwasserbuchten, in: Acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 20. Nr. 5. Helsingfors.
56. Levander, K. M. (1901). Übersicht der in der Umgebung von Esbo-Löfö im Meerwasser vorkommenden Tiere, in: Acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 20. Nr. 6. Helsingfors.
57. Lohmann, H. (1901). Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20 zu dem Zwecke quantitativer Untersuchungen des Auftriebes, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Vol. V. Heft 2.
58. Lohmann, H. (1903). Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Vol. 7.
59. Lohmann, H. (1908). Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Vol. X.
60. Mereschkowsky, C. von (1879). Studien über Protozoen des nördlichen Rußland, in: Archiv für mikroskop. Anatomie. Vol. 16. 1870.

[1]) Die deutsche Übersetzung dieser Arbeit ist erst erschienen, als sich meine Arbeit bereits im Drucke befand.

61. Möbius, K. (1887). Systematische Darstellung der Tiere des Planktons, gewonnen in der westlichen Ostsee und auf einer Fahrt von Kiel in den atlantischen Ozean bis jenseits der Hebriden, in: 5. Bericht der Kommiss. zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere.
62. Möbius, K. (1888). Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht, in: Archiv für Naturgeschichte. Vol. 1.
63. Müller, O. Fr. (1776). Zoologiae Danicae prodromus. Hauniae. Addenda p. 281.
64. Müller, O. Fr. (1786). Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Hauniae.
65. Müller, O. Fr. (1788). Zoologia Danica t. 9, f. 2.
66. Nordqvist, Osc. (1890). Bidrag till Kännedomen om Bottniska vikens och norra Österojöns evertebratfauna, in: Meddel-Societas Fauna et Flora Fennica.
67. Publications de Circonstance Nr. 33. Copenhague 1906.
68. Publications de Circonstance Nr. 37. Copenhague 1907.
69. Rhumbler, L. (1895). Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden, in: Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Band 61. Heft 1.
70. Schrank, Franz Paula von (1803). Fauna boica. Vol. 3. 2. Abt. p. 317.
71. Stein, Friedrich (1867). Der Organismus der Infusionstiere. Vol. 2. Leipzig. p. 151—155.
72. Schütt, Friedrich (1895). Die Peridineen der Plankton-Expedition I. Teil. Kiel und Leipzig 1895.
73. Schweyer, A. W. (1906)[1]). Über den Bau und die Vermehrung der Tintinnodeen, in: Trudy Sankt-Peterburgskago obscestva estestvoispytatelej 35. Vypusk 1. p. 164—165.
74. Vanhöffen, Ernst (1897). Die Fauna und Flora Grönlands. 2. Abschnitt: Wirbellose Tiere und Planktonpflanzen, in: Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde. Vol. 1. p. 139—320.

[1]) Diese Arbeit war nur in der Universitätsbibliothek Göttingen zu haben.

Tafelerklärung.

Tafel II.

Fig. 1. *Tintinnopsis sacculus* (Brandt) var. *magna* n. v. 225.
Fig. 2. *Tintinnopsis brandti* (Nordqvist) 225.
Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8. *Tintinnopsis tubulosa* (Levander) 225.
Fig. 9. *Tintinnopsis parva* n. sp. 1060.
Fig. 10. *Tintinnopsis parva* n. sp. 940.
Fig. 11. *Tintinnopsis parva* n. sp. 225.
Fig. 12. *Tintinnus acuminatus* (Clap. et Lachm.) var. *altiplicatus* n. v. 490.
Fig. 13. *Tintinnopsis lobiancoi* (v. Daday) 225.
Fig. 14. *Tintinnopsis karajacensis* (Brandt) 490.
Fig. 15. *Tintinnus norvegicus* (v. Daday) 490.
Fig. 16. *Tintinnopsis lacustris* (Entz) 490.
Fig. 17. *Undella lachmanni* (v. Daday) var. *b caudata* (Ostenfeld) 225.
Fig. 18. *Tintinnus amphora* (Clap. et Lachm.) var. *quadrilineata* (Clap. et Lachm.) 225.
Fig. 19. *Tintinnus subulatus* (Ehrbg.) 225.
Fig. 20. *Tintinnopsis campanula* (Ehrbg.) 225.
Fig. 21. *Tintinnopsis nucula* (Fol.) 225.
Fig. 22. *Tintinnopsis (?) pellucida* (Cleve) 225.
Fig. 23. Struktur von *Tps. pellucida* (Cleve) 1060.
Fig. 24. Struktur von *Tps. lobiancoi* (v. Daday) 1060.
Fig. 25. Struktur von *Tps. sacculus* (Brandt) var. *magna* n. v. 1060.
Fig. 26. Struktur von *Tps. ventricosa* (Clap. et Lachm.) emend. Brandt 1060.
Fig. 27. Wimperplattenapparat von *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgs.) 940.
Fig. 28. Wimperplattenapparat von *Tintinnopsis ventricosa* (Clap. et Lachm.) emend. Brandt 940.
Fig. 29. Wimperplattenapparat von *Tps. nucula* (Fol) 940.
Fig. 30. Wimperplattenapparat von *Tps. beroidea* (Stein emend. Brandt) 940.

Tafel III.

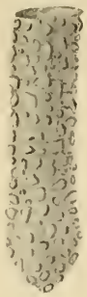
Gezeichnet bei 940facher Vergrößerung; bei der Reproduktion auf 2/5 verkleinert.

Fig. 31—38. Sporenbildung bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgensen).
Fig. 39—45. Entwickelung der jungen wimperplattenlosen Tiere von *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.).
Fig. 46—50. Kernverhältnisse nach Anlage eines zweiten Wimperplattenkranzes bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.).
Fig. 51. Vielleicht Teilung bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.).
Fig. 52—56. Weitere neue Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.).
Fig. 57—61. Weitere neue Fortpflanzungserscheinungen bei *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.).
Fig. 62—65. Entwickelung der jungen wimperplattenlosen Tiere bei *Ptychocylis urnula* (Clap. et Lachm.).
Fig. 66. Fortpflanzungsstadium von *Ptychocylis urnula* (Clap. et Lachm.).
Fig. 67. *Ptychocylis urnula* (Clap. et Lachm.), Kernlage.
Fig. 68. *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgs.), Kernlage; 3 Ansatzstellen (die dritte geht aus der Bildebene heraus).
Fig. 69. *Tintinnus subulatus* (Ehrbg.), Afteröffnung.
Fig. 70. *Tintinnopsis ventricosa* (Clap. et Lachm.) emend. Brandt, Afteröffnung (Schnitt).
Fig. 71. *Tintinnopsis nucula* (Fol), Afteröffnung.
Fig. 72. *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgs.), Afteröffnung.
Fig. 73. *Cyttarocylis denticulata* (Ehrbg.) var. *typica* (Jörgs.) mit zwei gefressenen Distephanus.
Fig. 74. *Cyttarocylis serrata* (Möbius) mit zwei gefressenen Dinophysis, einem Peridinium und anderen Nahrungskörpern.

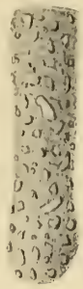
1
(225)

2
(225)

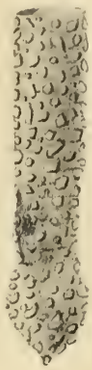
3
(225)



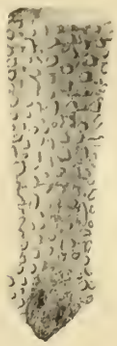
4
(225)



5
(225)



6
(225)



7
(225)

8
(225)

9
(1060)

10
(940)

11
(225)

12
(490)

13
(225)

14
(490)

15
(490)

16
(490)

23
(1060)

24
(1060)

25
(1060)

26
(1060)

17
(225)

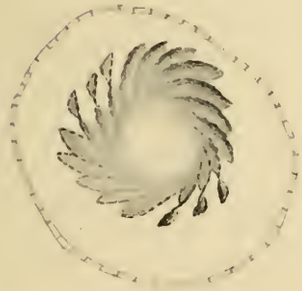
18
(225)

19
(225)

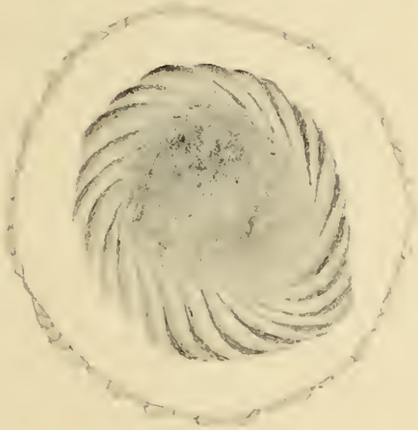
20
(225)

21
(225)

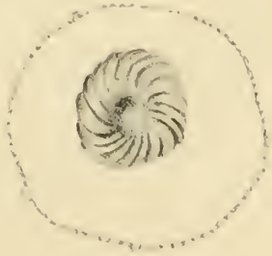
22
(225)



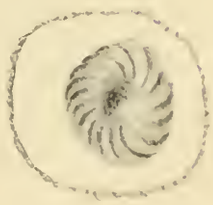
27
(940)



28
(940)



29
(940)



30
(940)

H. Merkle delin.

Druck von Sinsel & Co., G. m. b. H., Oetzsch-Leipzig.

Vergr.: $\frac{376}{1}$

H. Merkle delin.

Druck von Sinsel & Co., G. m. b. H., Oetzsch-Leipzig.

Über Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen.

Von

Eberhard Eichelbaum.

Mit Tafel IV.

Über die Nahrung von wirbellosen Tieren sind bisher nur wenige Untersuchungen veröffentlicht worden. Eine Arbeit über dieses Thema liegt von Rauschenplat (29) vor, welcher nähere Angaben über die Nahrung von Tieren aus der Kieler Föhrde aufzeichnete. Im übrigen finden sich hier und dort verstreute Angaben in der Literatur. Über die Nahrung von Echinodermen sind nur vereinzelte Angaben bekannt, die meistenteils bei der Beschreibung solcher Tiere als nebensächliche Bemerkungen kurz erwähnt worden sind. Daher habe ich einige Echinodermen der Nord- und Ostsee auf ihre Nahrungsweise näher untersucht, und die Angaben aus der einschlägigen Literatur nach Möglichkeit zusammengestellt. Die nähere Bestimmung des Mageninhaltes, die schon stets, da man es ja nur mit Resten von Organismen zu tun hat, auf Schwierigkeiten stößt, wurde bei den Echinodermen durch das mehr oder weniger massenhafte Hinzutreten von aufgenommenem Bodenmaterial erschwert; dazu kommt der Umstand, daß viele Arten ihren Magen zur Nahrungsaufnahme ausstülpen, und so außerhalb des Körpers fressen und verdauen. Daher ist bei manchen Tieren eine Bestimmung der Nahrung durch Untersuchung des Mageninhaltes unmöglich, und es müssen erst genügende Beobachtungen an lebenden Exemplaren dieser Tierarten bekannt werden, bevor ein einheitliches Bild der Nahrung solcher Tiere entstehen kann. Betreffs Fütterungsversuche und Beobachtungen im Aquarium mußte ich mich auf *Asterias rubens* beschränken, da andere Echinodermen in der Kieler Bucht zu selten vorkommen. Nachstehend habe ich die von mir untersuchten, sowie diejenigen Arten in Parenthese angeführt, über deren Nahrung aus der Literatur Angaben vorlagen. Die Zahl der verarbeiteten Exemplare habe ich beigefügt, so daß daraus zu ersehen ist, wieweit die gezogenen Schlüsse über die Nahrung der Echinodermen Berechtigung haben. Mit Ausnahme des Materials aus der Kieler Bucht sind alle Tiere von Dr. Süßbach gesammelt und bestimmt worden.

I. Asteroideen.

Astropecten irregularis	29	*Hippasterias phrygiana*	3
Asterias rubens	85	*Psilaster Andromeda*	11
(Asterias glacialis)		*Crossaster papposus*	1
Luidia Sarsi	11	*Pontaster tenuispinis*	11

II. Ophiuroideen.

Ophioglypha albida	50	*Amphiura filiformis*	33
Ophioglypha Sarsi	27	*(Amphiura squamata)*	
Ophioglypha texturata	12	*Ophiothrix fragilis*	35
(Ophioglypha robusta)		*Ophiopholis aculeata*	10
Amphiura Chiajei	14	*(Ophiocoma nigra)*	

III. Echinoideen.

a) Regulares.

		(Heterocentrotus trigonarius)	
Echinus miliaris	11	*(Heterocentrotus mammillatus)*	
Echinus norvegicus	30		
(Echinus esculentus)			
(Echinus miscrotuberculatus)			
Echinocyamus pusillus	16		
Strangylocentrotus dröbachiensis	13		
(Sphaerechinus granularis)			
(Toxopneustes brerispinosus)			

b) Irregulares.

		Spatangus purpureus	14
		Echinocardium flavescens	17
		Echinocardium cordatum	11
		Schizaster fragilis	13
		Brissopsis lyrifera	10

IV. Holothurien.

(Cucumaria pentactes)	*(Synapta inhaereus)*
(Cucumaria planci)	*(Phillofons mollis)*
(Cucumaria communis)	*(Trochostoma thomovni)*
(Thyone briareus)	*(Holothuria squamifera)*
(Pentacta)	*(Holothuria tubulosa)*

Am Schlusse dieses Abschnittes befindet sich ein Verzeichnis der Stationen, von denen ich Echinodermen untersucht habe.

Im zweiten Teil der Arbeit habe ich versucht, einige der Fragen, welche mir bei den Nahrungsuntersuchungen häufig entgegentraten, zu beantworten. Doch habe ich mich hierbei auf den Darm einer Gruppe, nämlich der irregulären Seeigel, beschränkt, und besonders die histologischen Verhältnisse am Darm dieser Tiere berücksichtigt.

I. Asteroideen.

Astropecten irregularis (Penn).

Von *Astropecten irregularis* habe ich 29 Exemplare auf ihren Mageninhalt hin untersucht. Von diesen erwies sich der Magen von 10 Tieren völlig leer, so daß sich meine Resultate nur auf den Befund von 19 Individuen dieser Art erstrecken. Der Mangel eines Mageninhaltes kam bei Tieren ganz verschiedener Größe vor, welche auch an ganz verschiedenen Stationen gefangen waren. Wenn auch der Inhalt sehr gering war oder gänzlich fehlte, war doch der Magen dieses Astropecten niemals ausgestülpt, wie man es bei verschiedenen anderen Seesternarten so häufig findet. Die verarbeiteten Tiere stammen aus der Nordsee. Ihre Größenverhältnisse waren recht verschieden: 37,5 bis 91 mm. Die Ergebnisse der Nahrungsuntersuchung waren für alle Tiere im großen und ganzen vollkommen übereinstimmend. Die Hauptbestandteile der Nahrung der *Astropecten irregularis* sind Echinodermen und Mollusken, welche beide gleichzeitig niemals fehlen, meistens nebeneinander vorkommen, in seltenen Fällen sich gegenseitig vertreten. Die Echinodermen und deren Fragmente treten oft in bedeutender Menge im Magen dieses Astropecten auf. Kleinere Exemplare werden in die nach den Angaben von Conheim[3]) und Schiemenz[30]) außerordentlich erweiterungsfähige Mundöffnung hineingeschoben und in toto in den Magen aufgenommen. Größere Tiere werden zerrissen. So findet man häufig Arme von Ophiuren oder zertrümmerte kleine Seeigel. Die Fragmente dieser letzteren finden sich in vielen Fällen, doch war die Art meistenteils nicht mehr zu bestimmen. Nur im Magen eines Exemplares stellte ich noch ein vollständig erhaltenes kleines *Echinocardium* fest. Von Ophiuren treten besonders *Ophiothrix* und *Ophioglypha* in kleinen, meist gut erhaltenen Exemplaren auf. Arme von größeren Ophiuren sind, wie erwähnt, nicht selten. Auch Asteroideen, besonders *Asterias rubens* in Jugendformen, finden sich im Magen des Astropecten vor. Bei allen untersuchten Tieren, bei denen überhaupt Mageninhalt vorhanden war, fand ich, außer bei zweien, Echinodermenreste. Den zweiten Hauptbestandteil der Nahrungsmasse bilden die Mollusken, und zwar in erster Linie die Lamellibranchiaten. Vertreter dieser Tierklasse oder ihre Fragmente fehlen bei 3 Individuen, bei allen übrigen Tieren treten sie in beträchtlicher Menge auf. Daneben finden sich vielfach wohlerhaltene, meist weit klaffende Schalen. Besonders häufig ließ sich *Tellina* feststellen in größeren und kleineren Exemplaren. Ferner kamen weniger häufig vor: *Cardium* und *Corbula gibba*. Von sonstigen Mollusken sind zu nennen: *Acera bullata, Lacuna pallida, Hydrobia, Littorina* und *Rissoa*. Um eine Vorstellung von der großen Menge, in der Muscheln und Schnecken im Astropectenmagen vorkommen, zu geben, sei erwähnt, daß sich in einem Exemplar außer zahlreichen Fragmenten von Lamellibranchiaten 19 *Tellina* und *Montacuta* befanden, und in einem anderen Tier ebenfalls neben vielen Schalenfragmenten 2 *Tellina*, 2 *Corbula gibba* und 2 *Littorina* vorhanden waren, und zwar alle sechs von ziemlich beträchtlicher Größe. Um die Gefräßigkeit eines Astropecten hervorzuheben,

füge ich hinzu, daß in dem Magen des zuletzt angeführten Tieres, außer diesen Muscheln und Schnecken, viele Fragmente von Echinodermen, eine kleine Ophiure, vielfach Reste von Copepoden und anderen Crustaceen gefunden wurden. Neben den Echinodermen und Mollusken kommen die übrigen Tierklassen für die Ernährung des *Astropecten irregularis* nur in sehr beschränktem Maße in Betracht. Nahrungsreste von Würmern fanden sich in größerer Menge nur bei einigen der untersuchten Tiere. Fragmente von Polychaetenröhren, daneben Weichkörper und Borsten von Polychaeten zeigen sich in mehreren Fällen vereinzelt, einen wirklich beträchtlichen Bestandteil des Mageninhaltes bilden die Reste von röhrenbewohnenden Polychaeten nur bei 2 Exemplaren. Sonst fand ich Teile von Würmern gar nicht oder selten in ganz geringer Zahl vor. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Crustaceen. Auch diese fehlen bei vielen der verarbeiteten Exemplare überhaupt, bei anderen kommen sie vereinzelt vor. Zahlreiche Crustaceenreste fand ich nur bei 2 Tieren. Meistenteils sind es kleine Fragmente von Antennen, Beinen oder Borsten, aus denen ein Schluß auf die Art nicht gezogen werden kann. Nur zuweilen konnte ich kleine Copepoden feststellen. In dem Magen eines Individuums fand ich eine fast vollständig erhaltene Crustacee, eine *Cuma* Rathkei. Von Coelenteraten konnte ich bei keinem Exemplar Spuren ermitteln. Trotz der völlig verschiedenen Fundorte fehlen diese Tiere gänzlich. Algen sind ebenfalls nur selten vertreten; nur bei 2 Tieren fand ich je ein kleines Algenstückchen, so daß die Algen als Nahrung für diesen Astropecten wohl kaum eine bedeutende Rolle spielen dürften. Foraminiferen fehlen in den meisten Fällen. Ihr Auftreten ist ganz abhängig von der Menge des im Magen vorhandenen Bodenmateriales. Rotaliden, selten *Nodosaria* und *Saccammina,* fand ich vor. Diatomeen sind meistenteils vorhanden, doch stets in geringer Menge und entsprechend der Menge des vorhandenen Bodenmateriales. Einzelne Cysten, *Distephanus speculum,* eine Fischschuppe und Tintinnopsis seien der Vollständigkeit halber erwähnt. Wie bereits gesagt, war der Magen mehrerer Tiere vollkommen frei von Inhalt, bei den übrigen war Bodenmaterial der Nahrung beigemengt. In den meisten Fällen bildete es nur einen geringen Bestandteil, ca. ein Achtel des Mageninhaltes, bei zwei Tieren betrug die Menge etwas mehr, und nur bei einem Exemplar war das Bodenmaterial als ein überwiegender Teil, ca. drei Viertel, der Nahrungsmasse zu erkennen.

Demnach bilden für *Astropecten irregularis* Echinodermen, Muscheln und Schnecken die Hauptnahrung. Würmer und Crustaceen kommen in bedeutend geringerem Maße in Betracht. Coelenteraten fehlen, Algenreste finden sich nur ganz vereinzelt. Bodenmaterial wird meist in geringer Menge in den Magen aufgenommen. Der Astropecten nährt sich also von Tieren, er führt eine räuberische Lebensweise.

In der einschlägigen Literatur habe ich Angaben über die Ernährung speziell von *Astropecten irregularis* nicht gefunden, doch lagen Bemerkungen über einige andere Astropectenarten vor. Von *Astropecten aurantiacus* schreibt Conheim[3]): „Die Mundöffnung ist äußerst dehnbar, da man in den Magen von großen Seesternen Muschelschalen von 3 cm Durchmesser findet. Ich konnte die Beobachtungen von Ludwig, Lang, Hamann und Schiemenz oft bestätigen über die große Zahl von Muscheln und Schnecken, beziehungsweise deren Gehäuse, die man in einem Astropectenmagen findet.“ Schiemenz[30]) macht über denselben Astropecten folgende Angabe: „*Astropecten aurantiacus* lebt in tiefem Sande und ernährt sich von Muscheln, die er sich mit seinen dehnbaren Füßchen in seine außerordentlich erweiterungsfähige Mundöffnung schiebt.“ Hamann[15]) berichtet in den „Beiträgen zur Histologie der Echinodermen“ über *Astropecten aurantiacus:* „So fand ich einmal im Magendarm eines Astropecten 10 *Pecten,* 6 *Tellina,* etliche *Conus* und 5 *Dentalium.*“ Frenzel[10]) schreibt: „Im Magen von *Astropecten aurantiacus* fand ich eine Schnecke, *Turitella.*“ Über zwei andere Astropectenarten gibt Petersen[22]) betreffs des Mageninhaltes Auskunft; er schreibt von *Astropecten Mülleri:* „In einem Exemplar von Hellebaek habe ich eine *Odostoma* gefunden, in einem von Skagen 5 *Eulina, Nucula tenuis, Venus gallina, Corbula, Montacuta* und einen kleinen Spatangus.“ Von *Astropecten Andromeda* macht derselbe Autor eine Mitteilung: „In einem Exemplar fand ich 9 *Abra* und 3 *Nucula tenuis.*“

Nach diesen verschiedenen Angaben scheinen die Muscheln und Schnecken für alle Astropectenarten als Hauptnahrung in Betracht zu kommen, während Echinodermen, welche für *Astropecten irregularis* von so großer Bedeutung sind, nur in einem Falle für *Astropecten Mülleri* von Petersen beobachtet wurden, doch stimmen alle Aufzeichnungen in dem Urteil überein, daß Astropecten sich von tierischer Kost ernährt.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15*). Größe 73 mm**).
Diatomeen: vereinzelt. Zahlreiche Fragmente, Weichkörper, sowie Borsten von Polychaeten. Einige Fragmente von kleinen Echinoideen, ein kleines Exemplar von *Ophiothrix*. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 3 kleine *Tellina*, 2 *Lacuna*. Crustaceen: wenige Fragmente. Ein kleines Algenstückchen. Das Bodenmaterial bildete ungefähr den achten Teil des ganzen Darminhaltes.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 91 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Distephanus speculum*. Einige Reste von Polychaeten. Echinodermen: mehrfach Fragmente, 1 Asterias, 1 Ophiure *(Ophioglypha?)*, Arme von kleinen Ophiuren. Zahlreiche Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 3 *Tellina*, 1 *Hydrobia*. Crustaceen: Kleine Fragmente. Das Bodenmaterial bildete ca. den achten Teil des gesamten Darminhaltes. Einige *Ova hispida*.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 78 mm.
Diatomeen. Echinodermen: zahlreiche Fragmente, viele Arme von kleinen Ophiuren, 1 *Ophioglypha*. Zahlreiche Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten, 5 *Tellina* und einige Jugendformen derselben, 1 *Acera*. Mehrfach Fragmente (Antennen, Beine und Borsten) von kleinen Krebsen. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Gesamtinhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 74 mm.
Diatomeen: wenige. Zahlreiche Fragmente von kleinen Echinoideen, Arme von Ophiuren. Einige Trümmer von Lamellibranchiatenschalen, *Tellina, Montacuta,* 3 *Lacuna,* 1 *Rissoa*. Fragmente kleiner Krebse. Bodenmaterial bildete ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Einzelne *Ova hispida*.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 66 mm.
Diatomeen: wenige. Echinodermen: zahlreiche Fragmente, Arme von kleinen Ophiuren. Zahlreiche Schalentrümmer von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina,* 2 *Corbula gibba,* 2 *Littorina*. Vielfach Reste von kleinen Krebsen, mehrere Copepoden. Bodenmaterial bildet ca. ein Achtel des Mageninhaltes.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 62 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Ein kleines Exemplar von *Ophiothrix*. Außer Schalenfragmenten von Lamellibranchiaten 1 *Tellina* und 1 *Littorina*. Ein Stück Weichkörper, wahrscheinlich von einem Wurm. Bodenmaterial bildet ein Achtel des Mageninhaltes.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 27. Größe 39,5 mm.
Diatomeen: wenige. Rotaliden. Bruchstücke kleiner Echinoideen. Bodenmaterial: wenig. Der Magen war fast leer.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 48 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Ebenso Globigerinen. Echinodermen: mehrfach Fragmente, 1 kleiner Seeigel (Echinocardium?). Außer einigen Schalenstückchen von Lamellibranchiaten 1 *Utricula* und 1 *Cardium*. Crustaceen: einige kleine Fragmente. Bodenmaterial bildet ca. ein Achtel. Der Mageninhalt war gering.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 38 mm.
Außer einigen Diatomeen, einigen Echinodermenfragmenten und mehrfachen Resten kleiner Crustaceen, sowie Bodenmaterial in ganz geringer Menge, war der Magen leer.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 79 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Mehrere Globigerinen. Echinodermen: mehrfach Fragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiatenschalen, einige *Tellina*. Bodenmaterial bildet ca. den vierten Teil des Gesamtinhaltes. Weichkörper, deren Herkunft nicht mehr zu bestimmen war, fand ich in ziemlicher Menge. Der Mageninhalt war gering.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 74,5 mm.
Außer einem kleinen Exemplar einer *Ophiothrix* war der Magen gänzlich leer.

*) Siehe Tabelle der Fangorte.
**) Größe = größter Durchmesser von Armspitze zu Armspitze.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 62 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Nodosaria,* Rotaliden. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Außer einigen Bruchstücken von Lamellibranchiatenschalen 1 *Tellina.* Bodenmaterial beträgt ca. ein Viertel. Mageninhalt war gering.
Nr. 13. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 60,5 mm. Magen: leer.
Nr. 14. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 64 mm. Magen: leer.
Nr. 15. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 70 mm.
Außer einer kleinen *Ophiothrix* und einer kleinen *Tellina* war der Magen leer.
Nr. 16. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 62 mm.
Diatomeen: ziemlich zahlreich. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiatenschalen, 8 *Tellina.* Cysten. Eine Fischschuppe. Bodenmaterial in geringer Menge.
Nr. 17. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 66,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: Röhrenbruchstücke und Weichkörper mit Borsten. Vereinzelte Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina.* Bodenmaterial: wenig. Mageninhalt: gering.
Nr. 18. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 77,5 mm. Magen gänzlich leer.
Nr. 19. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 72 mm.
Außer 2 *Tellina,* sowie Bodenmaterial in ganz geringer Menge, war der Magen leer.
Nr. 20—22. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 60, 65,5 u. 64 mm. Magen: leer.
Nr. 23. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 62 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: einige Röhrenfragmente. Echinodermen: vereinzelte Reste. Jugendformen von *Tellina.* Bodenmaterial in geringer Menge.
Nr. 24. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 58,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rhizopoden: Globigerinen, *Saccammina.* Würmer: Stücke von feinen Röhren. Zahlreiche Fragmente von kleinen Echinoideen, 1 Arm einer Ophiure. Mehrfach Fragmente von Lamellibranchiatenschalen, *Tellina.* 1 Cumacee, 1 Algenstück, Tintinnopsis. Bodenmaterial bildet ca. ein Viertel.
Nr. 25. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 45 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rhizopoden: vielfach Fragmente, Rotaliden, *Nodosaria.* Würmer: vielfach Röhrenfragmente. Zahlreiche Schalenfragmente und Stacheln von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiatenschalen, einige kleine *Tellina.* 1 Copepod. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Gesamtinhaltes.
Nr. 26—29. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe: 37,5, 45, 40, 43 mm. Magen: leer.

Asterias rubens L.

Ich habe 85 Exemplare von *Asterias rubens* untersucht. Trotz dieser großen Menge des verarbeiteten Materiales waren die Ergebnisse der Untersuchungen des Mageninhaltes unzureichend. Bei der weitaus größten Zahl der Tiere war der Magen leer oder, was am häufigsten der Fall war, ausgestülpt. Die mir zur Verfügung stehenden Tiere stammen teils aus der Ostsee, teils aus der Nordsee. Ich habe Exemplare von allen verschiedenen Größen verarbeitet, von 5 bis 20 cm. Die bei einzelnen Tieren gefundenen, meist geringen Nahrungsreste waren folgende: Fragmente von Echinodermen fand ich bei 3 Exemplaren, bei zweien in ganz geringer Menge nur einige Stacheln und Schalenstückchen von kleinen Seeigeln, bei dem dritten Seestern dagegen sehr zahlreiche Reste von verschiedenen Echinodermen, zumeist Bruchstücke von kleinen Seesternen. Lamellibranchiaten wurden ebenfalls nur in geringer Menge in dem Magen von 4 Exemplaren aufgefunden. Es handelte sich einmal um eine kleine *Mytilus,* in den anderen Fällen um je 1 *Littorina,* 1 *Hydrobia* und 1 *Cardium,* denen einige Bruchstücke von Muschelschalen zugesellt waren. Die Überbleibsel von Crustaceen habe ich nur bei 3 Seesternen auffinden können, bei 2 Exemplaren lagen einige Fragmente kleiner Crustaceen vor, bei dem dritten war ein Bein eines größeren Krebses als einziger

Bestandteil im Magen vorhanden. Fragmente von Würmern waren sehr selten mit Sicherheit nachzuweisen. In einem Tiere, welches bei Fehmarn gefangen war, fand ich mehrere Bryozoenstücke. Zuweilen war im Magen Weichkörper vorhanden, den ich für solchen von Würmern halte, doch ließ sich dies nicht mit Bestimmtheit sagen. Kleine Algenstückchen konnte ich bei 2 Tieren ermitteln. Coelenteraten oder deren Fragmente habe ich niemals gefunden. Bei 4 Exemplaren waren Rotaliden, *Nodulina* und *Saccammina* vertreten. Diatomeen fanden sich je nach der Menge des vorhandenen Bodenmateriales in größerer oder geringerer Anzahl. Vereinzelte *Distephanus speculum* und Schalenfragmente verschiedener Peridineen kamen vor. Bodenmaterial war in den Fällen, in denen überhaupt größere Nahrungsmengen im Magen vorhanden waren, meist in ziemlich großen Quantitäten mit in den Magen aufgenommen und bildete die Hälfte bis drei Viertel des Gesamtinhaltes. Schließlich möchte ich noch das Vorkommen von Tintinnopsis, einer stark verdauten Ascidie und besonders das häufige Vorhandensein von zersetztem Weichkörper, wahrscheinlich von Mollusken, sowie von schleimiger, zähflüssiger Substanz im Magen dieses Seesternes erwähnen.

Nach diesen spärlichen Befunden ist es nicht gut möglich, sich ein klares Bild von der Nahrung des *Asterias rubens* zu machen. Es werden hiernach alle möglichen verschiedenen Tiere gefressen, wie Echinodermen, Mollusken, Crustaceen, Würmer und Rhizopoden, daneben gelegentlich auch Algen, stets unter Aufnahme von Bodenmaterial in den Magen. Doch gibt uns das viel häufigere Vorhandensein von Weichkörper und der schleimigen Masse im Magen einen Anhaltspunkt für die Annahme, daß *Asterias rubens* nur die weichen Bestandteile seiner Beute frißt, die Beutetiere aussaugt und die harten Schalenteile oder Skelettbestandteile zurückläßt. Hierfür sprechen auch folgende Angaben von Bolau[1]): „Einer der Seesterne war auf einen Einsiedlerkrebs gekrochen und hatte ihn fest mit seinen Saugfüßchen gepackt. Ich dachte zunächst an eine zufällige Begegnung der beiden Tiere, aber allmählich wurde der Krebs immer matter und schließlich stülpte sich der Seestern in der charakteristischen Weise über sein Opfer. Nach einigen Stunden war die Mahlzeit beendet und vom Einsiedler nur noch die leere Haut übrig. Ich hatte etwa ein Dutzend der kleinen Krebse besessen; sie sind bis auf einen dem Seestern zum Opfer gefallen. Ich hatte oft beobachtet, daß die Seesterne Meermuscheln und andere Muschelarten verzehren, auch gesehen, daß sie an abgestorbenen Fischen, an tierischem Abfall usw. fressen, daß sie sich aber auch lebende Krebse fangen, war mir neu."

Versuche im Aquarium führten zu keinem Resultat*). Die Seesterne hungerten wochenlang und nahmen keine Nahrung an, mit der einzigen Ausnahme, daß Überreste von Seesternen, besonders in Fäulnis übergegangene Stücke, gefressen wurden. Dieses Verhalten des *Asterias rubens,* so lange Zeit zuzubringen,

*) Wenn *Asterias rubens* in einem Behälter aus Zinkblech längere Zeit gehalten wurde, wie z. B. beim Transport, so gingen die Tiere in kurzer Zeit ein. Da andere mit ihnen zusammen eingesetzte Tiere sich besser halten sollten, so lag die Möglichkeit vor, daß durch die Seesterne irgendeine Flüssigkeit ausgeschieden wurde, welche durch ihre Wirkung auf das Zink eine tötliche Wirkung ausüben konnte. Um hierüber nähere Tatsachen zu erfahren, habe ich einige Versuche angestellt, aber leider ohne den gewünschten Zweck zu erreichen. Zunächst wurden in ein Glasgefäß von 5 Liter Inhalt 3 Asterias als Vergleichsmaterial eingesetzt, und gleichzeitig 3 Tiere in einen Behälter aus Zinkblech, ebenfalls mit 5 Liter Seewasser. Während die Insassen des Glasbehälters nun nach 24 und 36 Stunden vollkommen frisch waren, wurden die Seesterne in dem Zinkgefäß bereits nach wenigen Stunden sehr matt. Während zuerst die Tiere vom Boden fort an den Wänden emporkrochen, blieben sie bald auf dem Boden an derselben Stelle unbeweglich liegen. Nach 24 Stunden gaben sie kaum noch Lebenszeichen von sich, und nach weiteren 6 Stunden waren die 3 Asterias tot. Die Spitzen der Arme waren emporgerichtet, die Saugfüßchen stark eingezogen, und die Tiere hatten eine orangebraune Färbung angenommen. Nun wurde in dem Zinkgefäß, nachdem es mit frischem Seewasser gefüllt war, ein Glaszylinder frei im Wasser schwebend aufgehängt, der an den Enden mit Gaze verschlossen war, und in diesen Behälter wurden wiederum 3 Asterias eingesetzt. Die im Glasgefäß unter gleichen Bedingungen gehaltenen Tiere blieben leben, dagegen waren die im Zinkbehälter befindlichen Tiere wieder nach 2 Tagen tot, doch scheint hier die Ermattung ein wenig langsamer einzutreten, als wenn die Seesterne direkt mit dem Zinkblech in Berührung kommen.

Nun versuchte ich unter gleichen Bedingungen einige Gammarus zu halten, erreichte aber die gleichen Resultate, indem die Krebse im Glasgefäß leben blieben, dagegen die im Zinkbehälter stets nach 2 Tagen tot waren, sei es, daß sie mit dem Zinkblech in Berührung kommen konnten, oder durch einen Glaszylinder eingeschlossen waren. Die Annahme, daß der Tod der Tiere eingetreten sei, weil sie von der Oberfläche und Luft abgeschnitten waren, ist unmöglich, da die gleichen Bedingungen im Glasbehälter von den Tieren ohne Schädigung ertragen wurden. Ich habe auch versucht, andere Tiere, wie Idothea oder Littorina, in solchen Glaszylindern unter Wasser zu halten, so daß die Tiere die Oberfläche nicht erreichen konnten, und ich habe niemals hierdurch eine Schädigung solcher Tiere, selbst nach 10tägiger Dauer des Abschlusses von der Oberfläche, eintreten sehen. Alle diese Versuche habe ich wiederholt ausgeführt, und ich bin stets zu gleichem Resultate gelangt.

ohne größere Nahrungsaufnahme, erwähnt auch z. B. Greeff[14]). Rauschenplat[29]) versuchte ebenfalls durch Untersuchungen des Mageninhaltes die Nahrungsweise von *Asterias rubens* festzustellen: „Ich habe eine große Zahl von Seesternen untersucht, aber nur ganz vereinzelt Mageninhalt vorgefunden, nämlich in zwei Exemplaren kleine Miesmuscheln. Der Grund dafür liegt in dem Umstand, daß der Seestern seinen Magen ausstülpen und damit größere Mollusken aussaugen kann. Daß *Asterias rubens* Aas frißt, unterliegt allerdings keinem Zweifel. Im Aquarium verzehrte er tote Schlangennadeln. Buerkel fing in den Reusen, die mit faulem Köder gefüllt waren, im ganzen 2543 Exemplare, in solchen mit frischem Köder nur 304, und endlich in leeren oder mit glänzenden Scherben gefüllten nur 64 Tiere. *Asterias rubens* ist ein ausgesprochener Räuber, und zwar stellt er in erster Linie den Muscheln und Schnecken nach. Er ist der Hauptfeind der Austernzucht." In demselben Sinne spricht sich nach Rauschenplat's Angaben Collins aus, welcher den Schaden berechnete, welcher den Austernbänken durch diesen Seestern zugefügt wird. Dagegen bezeichnet Voges den *Asterias rubens* als „Wohlfahrtspolizei", da sie die Leichen wegschaffen, ehe diese anderen Tieren schaden können. Wie es nun der Seestern fertig bringt, die mit so starken Schließmuskeln versehenen Muscheln zu öffnen, darüber sind die verschiedensten Ansichten ausgesprochen worden, bis schließlich Schiemenz[30]) in einer Arbeit: „Wie öffnen die Seesterne Austern" uns ein klares Bild von diesem Vorgang vor Augen führte. Nachdem er die verschiedenen Möglichkeiten, durch welche der Seestern die Muschel erbeuten könnte, nämlich durch Überraschung, Belagerung, Hypnose, Säure oder Gift*) zurückgewiesen hat, kommt er zu dem Schluß, daß das Öffnen der Muschel durch Gewalt, und zwar durch einen dauernden Zug geschieht, wobei der Seestern die Muschel in eine ganz bestimmte

Schließlich habe ich frisches Seewasser 8 Tage in einem Zinkgefäß stehen lassen, dann dieses Wasser, welches stets gut durchlüftet wurde, in ein Glasgefäß gegossen und hier einige Tiere hineingesetzt. Die Seesterne waren am folgenden Tage tot, bis auf einen, welcher noch schwach lebte. 1 Idothea, 2 Gammarus waren tot, 2 Gammarus lebten noch. Die lebenden Tiere kamen in frisches Wasser, erholten sich dort allerdings ein wenig, waren jedoch am nächsten Tage sämtlich eingegangen.

Man ersieht hieraus, daß eine direkte Wirkung der Seesterne auf das Zink nicht stattfinden muß, sondern daß der Grund für das Sterben der im Zinkgefäß eingeschlossenen Tiere lediglich auf einer chemischen Beziehung zwischen dem Zink und dem Seewasser zu beruhen scheint.

*) Eine vielfach erörterte Frage betrifft die Giftigkeit der Seesterne. Das häufige Vorkommen dieser Tiere als Nahrung für andere Echinodermen spricht dafür, daß die Asteriden bei anderen Echinodermen, von denen sie gefressen werden, keine Vergiftungen hervorrufen. In dem Werke von Faust[9]) über „Tierische Gifte" finden wir die bisher bekannten Angaben über diese Frage zusammengestellt: „Einige Berichte über Fütterungsversuche (C. A. Parker[26]), Husemann[19])), mit Seesternen an Hunden und Katzen, bei welchen die letzteren entweder schwer erkrankten oder starben, scheinen den Verdacht auf die Giftigkeit gewisser Seesterne zu rechtfertigen. Genauere Untersuchungen liegen über diese Frage nicht vor. Dagegen ist wohl als festgestellt zu betrachten, daß Seesterne, ähnlich wie die Muscheln unter bestimmten, noch nicht näher bekannten Umständen, einen giftigen, nach Art des Muschelgiftes wirkenden Stoff entweder aus dem Wasser aufnehmen oder in ihrem Organismus bilden können." Diese Ansicht wurde unter anderen auch von Wolff[37]), der Untersuchungen über die Giftigkeit der Miesmuschel in Wilhelmshaven anstellte, ausgesprochen. Die Anschauung, daß Seesterne ihre Beute, z. B. Muscheln, die sie fressen wollen, durch Aussonderung einer giftigen Flüssigkeit aus dem Magen zum Öffnen ihrer Schalen veranlassen oder töten, finden wir zuerst durch van Heß[16]) und Deslongchamps†) und später wieder durch Hamann[15]) bestätigt.

Ich habe nun Fütterungsversuche mit *Asterias rubens* an verschiedenen Tieren vorgenommen; zunächst wurden junge Katzen mit diesen Seesternen gefüttert. Anfangs wurden nur Weichteile des Asterias verwandt, dann auch die übrigen Körperteile, und zwar zunächst zerrieben und gekocht, dann in rohem Zustande, und schließlich wurden die ganzen Seesterne gereicht. Anfangs war, wohl eine Folge der ungewohnten Nahrung, eine Diarhöe der Katzen festzustellen, aber nachdem die Tiere sich einmal an die Kost gewöhnt hatten, wurden die Seesterne nicht ungern gefressen. Ein schädigender Einfluß war in keiner Weise bemerkbar. Ich habe diese Fütterungsversuche 20 Tage hindurch (9. bis 28. November 1907) fortgesetzt, aber niemals Vergiftungserscheinungen beobachten können. Die Seesterne waren in der Kieler Föhrde, außerhalb des Hafens gefangen (Wiker Bucht und Kitzeberg), also aus nicht verunreinigtem Seewasser. Durch Untersuchungen an Harn und Fäces ließ sich Blut oder Eiter nicht feststellen. Die spätere Sektion, bei der im Darm aller Tiere mehrere Exemplare von *Ascaris mustax* gefunden wurden, ergab außer einer leichten, trüben Schwellung der Niere nur eine allgemeine Anämie des Darmes sowie einen schleimigen Belag seiner Wandungen, jedoch keine Entzündungserscheinungen, Symptome, welche wohl auf das Vorhandensein der zahlreichen Nematoden zurückzuführen sind. Ferner habe ich *Asterias rubens* an einen Fisch, *Cottus scorpius*, verfüttert. Nachdem ich den Fisch einige Zeit im Aquarium gehalten, wurden die Fütterungsversuche während 14 Tagen (27. Juni bis 11. Juli) mit zerschnittenen und etwas zerquetschten Seesternstückchen vorgenommen, ohne daß eine merkliche Veränderung im Befinden des Cottus sich wahrnehmen ließ. Ebenso habe ich verschiedentlich *Rana esculenta* mit Seesternen gefüttert; auch hier wurden keine Vergiftungserscheinungen wahrgenommen. Daher ist mir die Giftigkeit an und für sich bei *Asterias rubens* nicht wahrscheinlich.

†) Deslongchamps, Endes, Notes sur l'Asterie commune. Ann. Sc. Nat. T. 9.

Lage bringt und auch selbst eine bestimmte Stellung, „die Bergstellung“ einnimmt. Zur völligen Auflösung der Weichteile einer Auster von 2,5 cm Länge sind nach Schiemenz 4 Stunden, einer 3,7 cm langen Venus 8½ Stunden erforderlich. Nach Hamann[15]) verfährt dagegen *Asterias rubens* folgendermaßen: „Er bringt sich eine Muschel vermittelst der Füßchen und Stacheln der ventralen Körperfläche in die Nähe der Mundöffnung. Die Muschel wird vom Darm umfaßt und gelangt jetzt tiefer in die Mundöffnung hinein. Dabei ist die Längsachse der Muschel senkrecht zur Bauchfläche des Seesternes gestellt. Die Muschel wird jetzt von einer klebrigen Flüssigkeit umhüllt, eingespeichelt, und öffnet bald die Schließmuskeln.“

Aus allen diesen Angaben geht hervor, daß *Asterias rubens* sich in erster Linie von Muscheln ernährt, welche er in irgendeiner Weise öffnet und dann aussaugt. Von diesen Tieren rührt wahrscheinlich die im Magen des Seesternes befindliche zähe Flüssigkeit her. Neben dieser aus Mollusken bestehenden Hauptnahrung werden gelegentlich andere Tiere, besonders Echinodermen und Crustaceen, erbeutet.

Asterias rubens ernährt sich also von lebenden und toten Tieren; er verdient zugleich die Bezeichnung des Räubers und Aasfressers.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 15. Größe 102 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Bodenmaterial bildet fast die Hälfte des Mageninhaltes. Eine kleine, stark verdaute Ascidie. Der Mageninhalt war verdaut.

Nr. 2 u. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 15. Größe 76 u. 118 mm. Magen: leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 3—4. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 14. Größe 90 u. 88 mm. Magen: leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 6—8. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 11. Größe 69, 51, 52 mm. Magen: leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 04. V. bei Fehmarn. Größe 60 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Distephanus speculum:* vereinzelt. Würmer: Weichkörper von Anneliden, Bryozoenstücke. Mollusken: eine kleine Mytilus. Mehrere kleine Algenstücke. Bodenmaterial bildete ca. den vierten Teil. Tintinnopsis. Mageninhalt: gering.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 04. V. bei Fehmarn. Größe 65 mm. Magen: völlig leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 11—13. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 56, 52, 55 mm. Magen: leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 66 mm.
Ausgenommen einige Diatomeen, vereinzelte Foraminiferen, einige Tintinnopsis (?) und wenig Bodenmaterial, war der stark verdaute minimale Mageninhalt nicht erkennbar.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 88 mm.
Diatomeen: vorhanden. Einige Foraminiferen. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Kleine Algenstückchen. Wenig Bodenmaterial. Mageninhalt: gering, Magen nicht ausgestülpt.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 166 mm.
Diatomeen: *Nodulina, Saccammina.* Schalenstückchen und Stacheln von Echinoideen. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 1 Cardium. Stark verdauter Weichkörper, wahrscheinlich von Mollusken. Bodenmaterial war in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Inhaltes, vorhanden.

Nr. 17—27. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 60—155 mm. Magen: leer, teilweise ausgestülpt.

Nr. 28. Fangzeit und Fangort 06. III. N. 2. Größe 160 mm. Ein Bein einer größeren Crustacee. Sonst Magen leer.

Nr. 29—34. Fangzeit und Fangort 06. III. N. 2. Magen: leer.

Nr. 35. Fangzeit und Fangort 06. III. N. 2. Größe 160 mm.
Eine ziemlich große Menge von stark verdautem Weichkörper, wahrscheinlich von Mollusken, und etwas Bodenmaterial.

Nr. 36—44. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 2. Magen: stets leer, meistens ausgestülpt.

Nr. 45. Fangzeit und Fangort 06. III. N. 2. Größe 120 mm.
Diatomeen: vorhanden. Schalenfragmente von Peridineen. Sehr zahlreiche Fragmente von verschiedenen Echinodermen. Mehrfache Reste von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des gesamten Mageninhaltes. Vielfach stark verdauter Weichkörper, wahrscheinlich von Mollusken.
Nr. 46—58. Fangzeit und Fangort 06. III. N. 2. Magen: leer.
Nr. 59. Fangzeit und Fangort 06. VI. Kieler Bucht. Größe 65 mm.
1 *Littorina* und etwas Bodenmaterial.
Nr. 60. Fangzeit und Fangort 06. VII. Kieler Bucht. Größe 72 mm.
1 *Hydrobia,* sonst Magen leer.
Nr. 61—85. Fangzeit und Fangort verschieden. Kieler Bucht. Magen: stets leer.

Luidia Sarsi (Düb. u. Kor.).

Elf Exemplare der *Luidia Sarsi* habe ich auf ihren Darminhalt hin untersucht. Die Tiere stammen von völlig zerstreutliegenden Fundorten aus der Nordsee und dem Skagerrak, und aus sehr verschiedenen Tiefen. Die Größe der verarbeiteten Exemplare lag zwischen 81 und 130 mm Durchmesser von Armspitze zu Armspitze gemessen. Der Magen zeigte bei allen Tieren, außer bei einem Exemplar, stets ziemlich beträchtlichen Inhalt. Er war ein einziges Mal, aber nur zum geringsten Teile, ausgestülpt. Ohne Rücksicht auf die verschiedenen Fundorte zeigt die Nahrung von *Luidia Sarsi* im großen und ganzen einen durchaus einheitlichen Charakter. Als Hauptnahrung, demgegenüber alle übrigen Bestandteile des Darminhaltes weit zurücktreten, gelten für diesen Seestern die Echinodermen. Sie fallen bei der Magenuntersuchung sofort in die Augen und verleihen dem Mageninhalt durch ihr massenhaftes Auftreten ein typisches Gepräge. Die Echinodermen fehlten niemals im Magen der *Luidia;* oft wurden sie in solchen Mengen gefressen, daß sie den großen Magen völlig erfüllen. Es finden sich Vertreter der Seeigel, der Seesterne und Schlangensterne vor. Bei den ersteren handelt es sich meist um junge Individuen, welche durch ihre Größe ein Passieren der Mundöffnung noch nicht unmöglich machen. Sie werden von dem Seestern meist unversehrt in den Magen aufgenommen. Von den Seesternen und Schlangensternen finden sich außer zahlreichen kleinen Exemplaren, welche wie die Seeigel, in toto aufgenommen werden, auch Stücke von größeren Tieren, welche zu groß sind, um im ganzen in die Mundöffnung eingeführt zu werden, und deshalb von der *Luidia* vorher zerstückelt wurden. Kleine, bis 4,5 mm große Echinocardien bilden die zahlreichsten Vertreter der Seeigel. Jugendformen von Asterias, von *Ophioglypha* und *Ophiothrix,* Exemplare bis zu 15 mm Durchmesser treten in großer Menge auf. Um die Gefräßigkeit einer solchen *Luidia* zu zeigen, mögen folgende Beispiele dienen. In einem 98 mm großen Tier befanden sich neben sonstigen Resten, außer sehr zahlreichen Fragmenten von verschiedenen Echinodermen, ein Arm einer *Ophioglypha,* 5 kleine, vollständige Echinocardien und nicht weniger als 26 kleine, völlig erhaltene *Ophiothrix-* und *Ophioglypha*-Exemplare. Im Magen einer anderen *Luidia* fand sich von Echinodermenresten, außer sehr zahlreichen, verschiedenen Fragmenten und zahlreichen Ophiuren und Asteridenarmen, 1 Echinocardium und 53 gut erhaltene *Ophiothrix* und *Ophioglypha.* In einem dritten Exemplar befanden sich, ebenfalls neben zahlreichen Fragmenten, sogar 73 kleine Ophiuren. Da diese und ähnliche Befunde bei allen 10 verarbeiteten *Luidia*-Exemplaren sich wiederholten, so dürften damit die Echinodermen als die Hauptnahrung von *Luidia Sarsi* erwiesen sein.

Einen weiteren, beachtenswerten, wenn auch gegen die Echinodermenreste sehr zurücktretenden Bestandteil des Mageninhaltes bilden die Würmer. In einzelnen Fällen fehlten Wurmreste allerdings gänzlich. Im übrigen traten vielfach Röhren von Spirorbis, Euchone und anderen Arten auf. Weichkörper mit Polychaetenborsten waren nicht selten. Es scheinen demnach besonders die röhrenbewohnenden Polychaeten für die Ernährung dieses Seesternes in Betracht zu kommen. In dritter Linie kommen dann die Mollusken und Crustaceen in Frage, welche annähernd gleich große Bestandteile der *Luidia*-Nahrung bilden. Von den Mollusken finden sich häufig Lamellibranchiaten und deren Bruchstücke. Sie fehlen nur in vereinzelten Fällen. *Tellina* ließ sich zuweilen feststellen, doch meistens sind die Schalen zertrümmert. Pteropodenschalen, meist wohl *Limacina,* habe ich verschiedentlich vorgefunden. Crustaceenreste finden sich bei der

Mehrzahl der untersuchten Tiere, wenn auch fast niemals in größerer Menge. Fragmente kleinerer Crustaceen, kleine Copepoden, bilden in den häufigsten Fällen die Vertreter dieser Tierklasse. Einige kleine Cumaceen konnte ich zwischen dem Mageninhalt einer *Luidia* ermitteln. Die Coelenteraten kommen nach meinen Untersuchungsergebnissen für diesen Seestern als Nahrung nicht in Betracht. Nur in einem Individuum fand ich einige Spongiennadeln, doch ist hier eine zufällige Aufnahme zugleich mit dem Bodenmaterial höchst wahrscheinlich. Diatomeen finden sich stets in geringer Menge, dem mehr oder weniger zahlreich aufgenommenen Bodenmaterial entsprechend. Die Rhizopoden, welche ebenfalls nur entsprechend der Menge des Bodenmateriales vorhanden sind, erscheinen mir auch als zufällige Bestandteile des Mageninhaltes. So fand ich z. B. bei Nr. 1 der verarbeiteten Exemplare, bei dem sehr wenig Bodenmaterial im Magen vorhanden war, auch gar keine Rhizopoden; bei Nr. 5, in welcher das Bodenmaterial fast die Hälfte des Mageninhaltes ausmachte, mehrfach Foraminiferen, dagegen bei Nr. 8 ziemlich zahlreiche Rhizopoden, da hier drei Viertel des Mageninhaltes aus Bodenmaterial bestand. Rotaliden treten oft zahlreich auf; in weniger großen Mengen schließen sich ihnen an: *Nodularia, Nodosaria, Saccammina, Rhabdammina* und vereinzelte Milioliniden und *Lagena*. Schließlich wären noch *Distephanus speculum* und oft zahlreiche Fragmente von Peridineenschalen, meist Ceratien, zu erwähnen. Die pflanzliche Nahrung kommt für *Luidia Sarsi* nicht in Betracht; ich fand nur in einem Exemplar kleine Algenstücke vor. Oft findet man im Magen dieses Seesternes eine weiche, verdaute Masse, welche offenbar mit Sekret vermischte tierische Bestandteile darstellt, aber eine nähere Feststellung nicht mehr zuläßt. Cysten, *Tintinnus accuminatus* und Tintinnopsis sind gelegentliche Bestandteile des Mageninhaltes. Bodenmaterial wird in den meisten Fällen ziemlich reichlich in den Magen aufgenommen und bildet dann etwa drei Viertel des Gesamtinhaltes; zuweilen ist es jedoch sehr spärlich, höchstens ein Achtel, oder fehlt fast gänzlich.

Das Resultat dieser Nahrungsuntersuchungen fasse ich kurz zusammen: *Luidia Sarsi* führt eine räuberische Lebensweise, sie ernährt sich von Tieren. In erster Linie fallen junge Echinodermen, oft in großer Menge, ihrer Freßgier zum Opfer. Die übrigen Bestandteile der Nahrung bilden die Polychaeten und Mollusken, denen sich als zufällig aufgenommene Bestandteile Foraminiferen und im geringsten Maße die Crustaceen anschließen. Coelenteraten und Algen kommen nicht in Betracht. Bodenmaterial findet sich meist in ziemlicher Menge. In der Literatur finde ich speziell über die Nahrung von *Luidia Sarsi* nur eine kurze Notiz bei Petersen[27]: „In ihrem Magen habe ich teils ganze Exemplare, teils Bruchstücke von Ophiuren gesehen". Diese Bemerkung steht mit dem gewonnenen Resultate im Einklang.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 37. Größe 130 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Coelenteraten: vereinzelte Nadeln. Würmer: eine Wurmröhre (Euchone), Weichkörper. Zahlreiche Fragmente von kleinen Echinoideen, 3 kleine Ophiuren *(Ophiothrix)*. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina*. Bodenmaterial in geringer Menge. Im Magen fand sich sehr viel stark verdaute, weiche Masse.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 37. Größe 115 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Nodularia,* Fragmente von Foraminiferen. *Distephanus speculum*. Würmer: Fragmente von Röhren und vielfach Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Sehr zahlreiche Fragmente von Echinodermen verschiedener Art, zahlreiche Ophiurenarme und Echinoideenstacheln, mehrere kleine Ophiuren *(Ophiothrix)*, ein kleiner Asterias. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, kleine *Tellina*. Sehr zahlreiche Fragmente kleiner Crustaceen, zahlreiche Copepoden und einige *Cuma*-Exemplare. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, Cysten, Tintinnopsis.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. H. XI. N. 11. Größe 113 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, Fragmente anderer Foraminiferen. *Distephanus speculum,* Fragmente von Peridineenschalen, Ceratienarme. 1 Spirorbis, Fragmente von Wurmröhren, Weichkörper mit Borsten von Polychaeten. In überwiegend großer Zahl Fragmente von verschiedenen Echinodermen, Ophiuren und Asteroideenarme. Mehrere kleine Ophiuren- und *Ophiothrix*-Exemplare. 3 kleine Asterias. Einige Fragmente von kleineren Krebsen. Bodenmaterial bildet ca. die Hälfte des Mageninhaltes. Copepodeneier.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. XI. N. 11. Größe 99 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodularia,* Rotaliden, *Saccammina, Rhabdammina.* Weichkörper, Borsten und Röhrenfragmente von Polychaeten, Spirorbisschalen. In überwiegend großer Zahl Reste von verschiedenen Echinodermen. Zahlreiche Arme von Ophiuren *(Ophiotrix),* mehrere kleine Ophiuren, 6 kleine Asterias. Pteropodenschalen, Fragmente von Lamellibranchiatenschalen, Jugendformen von *Tellina.* Einige Fragmente kleiner Crustaceen, 1 kleiner Copepod. Bodenmaterial bildet ungefähr die Hälfte des Mageninhaltes. *Ova hispida.* Magen zum Teil ausgestülpt.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 31. Größe 100 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Peridineenschalen. Weichkörper und vereinzelte Borsten von Polychaeten. In überwiegend großer Zahl Reste von verschiedenen Echinodermen, Arme von Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*) und Asteroideen, 73 kleine Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*). Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse. Bodenmaterial bildet die Hälfte des Mageninhaltes. *Tintinnus accuminatus,* Cysten.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 30. Größe 106 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Saccammina.* Alles überwiegend Reste von verschiedenen Echinodermen, besonders kleine Ophiuren und Fragmente derselben. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 30. Größe 81 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Lagena.* Würmer: Fragmente von Röhren und Weichkörper mit vereinzelten feinen Borsten von Polychaeten. In ganz überwiegender Menge Fragmente von verschiedenen Echinodermen, zahlreiche Arme von Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*) und Asteroideen. 1 kleine Echinoidee (Fragmente von Echinocardium) 53 kleine Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*). Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Crustaceen: einige kleine Fragmente. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 26. Größe 88 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, Miliolinіden, Röhrenfragmente von *Rhabdammina.* Zahlreiche Fragmente von Peridineenschalen, *Peridinium depressum.* Würmer: Fragmente von Polychaetenröhren und ganz vereinzelt Borsten. Spirorbis. In alles überwiegender Menge Fragmente von verschiedenen Echinodermen, besonders zahlreich Arme von kleinen Ophiuren. Mehrfach Pteropodenschalen (z. T. *Limacina*). Mehrfach Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 26. Größe 90 mm.
Diatomeen: vorhanden. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Sehr zahlreiche Fragmente verschiedener Echinodermen, besonders von Ophiuren. Arme von kleinen Ophiuren, 32 vollständige kleine Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*). Einzelne kleine Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Einige Fragmente kleiner Krebse (z. T. Copepoden), Algenstücke. Bodenmaterial in geringer Menge, ungefähr den achten Teil des Mageninhaltes ausmachend.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 33. Größe 98 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Zahlreiche Fragmente verschiedener Echinodermen, besonders von Ophiuren. Arme von kleinen Ophiuren, 1 Arm einer großen *Ophioglypha (albida?),* 26 kleine vollständige Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophioglypha*), 5 kleine vollständige Echinoideen (Echinocardium). Einige Schalenfragmente von kleinen Lamellibranchiaten, 1 *Tellina.* Bodenmaterial bildet ca. ein Achtel des gesamten Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 33. Größe 108 mm. Magen leer.

Hippasterias phrygiana (Parelius).

Ich konnte nur drei Exemplare von *Hippasterias phrygiana* auf ihre Nahrung hin untersuchen. Der Magen eines Tieres war mit Nahrungsresten wohl gefüllt, während das zweite Exemplar geringen Mageninhalt aufwies, und der Darm des dritten Tieres vollkommen leer war. Das verarbeitete Material war in der Nordsee gefangen worden, in einer Tiefe von 219 m auf Schlickboden. Die Größen der 3 Seesterne

betrugen 113, 143,5 und 147,5 mm. Der geringe Mageninhalt des einen Exemplares enthielt außer einigen Echinoideenstacheln, welche für die Nahrung nicht maßgebend sind, da ihre Aufnahme zufällig mit dem Bodenmaterial geschehen sein kann, eine kleine *Tellina* und etwas Schlick. In dem Magen des anderen *Hippasterias* fand ich neben einigen Diatomeen das Fragment einer Foraminifere. Ferner zeigten sich zahlreiche Reste von verschiedenen gefressenen Echinodermen, wie von jungen Seeigeln und Seesternen, sowie eine kleinere *Tellina*. Schließlich traten mehrere Fragmente von Wurmröhren auf, sowie vielfach Weichkörper, welcher wahrscheinlich von Serpuliden herrühren dürfte. Außerdem war Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des gesamten Inhaltes, vorhanden. Soweit sich nach diesem geringen Untersuchungsmaterial beurteilen läßt, scheint also *Hippasterias phrygiana* ein räuberisches Leben zu führen und sich von Echinodermen und Würmern, sowie von Lamellibranchiaten zu ernähren. Zugleich mit der Nahrung wird Bodenmaterial in beträchtlicher Menge mit in den Darm aufgenommen.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 143,5 mm. Im Magen befand sich außer einigen Echinoideenstacheln und einem kleinen Exemplar von *Tellina* nur Bodenmaterial in größerer Menge.
Nr. 2. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 113 mm. Magen: leer.
Nr. 3. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 147,5 mm.
Diatomeen: wenige. Ein Foraminiferenfragment. Zahlreiche Reste von verschiedenen Echinodermen. Eine kleine *Tellina*. Fragmente von Wurmröhren, sowie vielfach weiche, stark verdaute Masse (wahrscheinlich von Würmern). Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Psilaster Andromeda (Müller u. Troschel).

Von *Psilaster Andromeda* habe ich den Mageninhalt von 11 Exemplaren untersucht. Das Material, welches mir zur Verfügung stand, stammte leider alles von ein und demselben Fundort und war zur selben Zeit gefangen, nämlich im Februar 1906 an der Station der Terminfahrten N. 10, welche, in der Norwegischen Rinne gelegen, eine Tiefe von 210 m und Schlickgrund aufweist. Die Größe der verarbeiteten Tiere lag zwischen 88 und 141,5 mm. Bei zwei Exemplaren war der Magen völlig leer, bei zwei weiteren war der Mageninhalt äußerst gering, während bei den übrigen 7 Tieren reichlich Nahrungsbestandteile im Magen gefunden wurden.

In erster Linie kommen für *Psilaster Andromeda* als Nahrung die Lamellibranchiaten in Betracht. Diese Tiere, oder deren Schalenfragmente finden sich bei allen Exemplaren des Untersuchungsmateriales mit einer Ausnahme. Ich fand die Schalen von *Cardium, Tellina, Pleurotoma, Rissoa* und *Lacuna,* sowie Fragmente von kleinen *Mya*-Exemplaren und *Acera* neben zahlreichen, nicht mehr bestimmbaren Schalenbruchstücken. Oft treten Lamellibranchiaten in gewaltiger Menge auf. So fand ich in dem Magen eines Psilaster außer zahlreichen Schalenfragmenten von Muscheln 4 *Cardium,* 2 *Pleurotoma* und 1 kleine *Mya,* in dem Magen eines anderen Exemplares nicht weniger als 21 *Cardium,* 1 *Tellina,* 1 *Pleurotoma* und 1 *Acera,* neben vielen Bruchstücken von Muschelschalen außer der großen Menge sonstiger Nahrungsreste von Polychaeten, Echinodermen, Crustaceen und Rhizopoden, ein Beweis für die große Gefräßigkeit dieses Seesternes. Den Mollusken schließen sich die Echinodermen an. Allerdings waren deren Reste in mehreren Fällen recht zahlreich, doch fehlten sie in dem Mageninhalt von 4 Exemplaren gänzlich. Dagegen bildeten sie bei 3 Seesternen einen Hauptbestandteil der Nahrungsmasse. Es zeigten sich die sehr zahlreichen Reste von verschiedenen Echinodermen, besonders Seeigelfragmente, zumeist von ganz jungen Tieren; auch fand ich einen kleinen, fast noch völlig erhaltenen Seeigel vor, wahrscheinlich einen *Spatangus*. In anderen Fällen traten besonders die Überreste von jungen Ophiuren hervor. Auch fand ich ein wohlerhaltenes Exemplar einer *Ophioglypha* und eines kleinen Asterias. Ferner müssen die Rhizopoden in Betracht gezogen werden. Vertreter dieser Tiere fehlen nur in einem Falle, treten jedoch meistens durch ihr massenhaftes Vorkommen unter den Nahrungsbestandteilen hervor. Besonders sind zu erwähnen: Rotaliden, *Textularia, Saccammina,* sowie unbestimmbare Bruchstücke von Foraminiferenschalen, und vor allen Dingen *Rhabdammina.* Diese Röhren werden von dem Psilaster in großen Mengen gefressen. So fand ich z. B. in dem Magen eines Tieres (Nr. 4) außer Rotaliden und Foraminiferenfragmenten nicht weniger als 7 *Saccammina* und 25 *Rhabdammina*-Röhren von beträchtlicher Größe. Mit diesen 3 Tierkreisen wäre die Haupt-

nahrung dieses Seesternes erschöpft. Die folgenden Nahrungsbestandteile liefern, soweit es sich nach den angestellten Untersuchungen beurteilen läßt, nur einen geringen Beitrag für die Ernährung. Zunächst sind die Crustaceen zu erwähnen. Vertreter dieser Tiere fehlen schon in 4 Exemplaren gänzlich und kommen nur in zwei Fällen in größerer Menge vor. Meistenteils findet man Fragmente kleinerer Crustaceen, sowie kleine Copepoden. Im Magen zweier Tiere konnte ich je eine Cumacee ermitteln. Das von den Crustaceen Gesagte gilt auch für die Würmer. Sie fehlen häufig, kommen jedoch bei einem Exemplar (Nr. 4) in merkwürdig großer Menge vor. Hier zeigten sich zahlreiche Bruchstücke von Polychaetenröhren, sowie Weichkörper mit Borsten von kleinen Polychaeten in größerer Menge, außerdem fand ich mehrere Bryozoenstücke, zum Teil *Membranipora*. Im übrigen konnte ich Fragmente von Euchoneröhren, Spirorbis, sowie Borsten, mit oder ohne Weichkörper von Polychaeten, nachweisen. Hier möge erwähnt sein, daß ich bei zwei Exemplaren Weichkörper fand, dessen Herkunft ich nicht sicher ermitteln konnte; im ersten Falle war es eine weiche, zähe Masse, welche ich für Weichkörper von Mollusken halte, im zweiten waren es weiche Hautstücke, zum Teil Hautringe, welche mir mit den Hautmuskelschläuchen von Würmern identisch scheinen. Schließlich sind noch die größeren Algen als Nahrungsbestandteile, allerdings in sehr beschränktem Maßstabe, zu berücksichtigen. Bei der Mehrzahl der untersuchten Tiere fehlten Pflanzenreste, nur bei 2 Exemplaren fand ich einige kleine Algenstücke. Coelenteraten habe ich nicht gefunden. Diatomeen kommen meistenteils zwischen der Nahrungsmasse in größerer oder geringerer Menge vor. Es waren hauptsächlich Coscinodiscus, Chaetoceras und Rhizosolenia hervorzuheben. Einmal fand ich Schalenfragmente von Peridineen in größerer Menge und dazwischen *Peridinium depressum*. Bodenmaterial wird reichlich in den Magen aufgenommen, und bildet ca. drei Viertel des Gesamtinhaltes. Zum Schluß sei noch das Auftreten von Tintinnopsis und von umrindeten Cysten erwähnt, sowie das Vorkommen einer Ascidie, wahrscheinlich *Cynthia*.

Als Resultat der ausgeführten Untersuchungen ergibt sich folgendes: Die Nahrung des *Psilaster Andromeda*, welcher ein räuberisches Leben zu führen scheint, besteht aus Tieren, und zwar in erster Linie aus Mollusken (besonders Lamellibranchiaten), denen sich Echinodermen und Rhizopoden anschließen. Im geringeren Grade kommen Crustaceen und Würmer, selten Algen, in Betracht. Bodenmaterial wird in reichlicher Menge in den Magen aufgenommen.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 108 mm.
Echinodermen: einige Fragmente. 1 *Rissoa*, 1 *Lacuna*. Bodenmaterial war nicht vorhanden. Vielfach stark verdauter Weichkörper.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 129,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Wenige Rotaliden, 2 Röhren von *Rhabdammina*. 2 *Lacuna*. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Achtel des Inhaltes.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 129 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Nodulina, Textularia*, 4 *Saccammina*, 4 *Rhabdammina*. Würmer: Fragmente von Polychaetenröhren und Weichkörper vielfach. Zahlreiche Fragmente von verschiedenen Echinodermen, besonders von Ophiuren. 1 kleine *Ophioglypha*, 1 kleiner *Asterias rubens*. Mehrfach Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, kleine *Tellina*-Exemplare. Mehrfach Fragmente kleiner Crustaceen, 1 kleiner Copepod. Tintinnopsis. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 88 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus, Chaetoceras. Rotaliden, Fragmente von anderen Foraminiferen, 7 *Saccammina*, 25 Röhren von *Rhabdammina*. *Peridinium depressum*, Schalenfragmente von Peridineen. Würmer: zahlreiche Bruchstücke von Polychaetenröhren, Weichkörper und vereinzelte Borsten, Bryozoenfragmente. (*Membranipora*.) Zahlreiche Fragmente von Echinoideen. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiatenschalen, 21 Cardium, 1 *Tellina*, 1 *Pleurotoma*, 1 *Acera* (Fragment). Einige Reste kleiner Crustaceen, 1 *Cuma Rathkei*. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Umrindete Cysten, Tintinnopsis, 4 Hautschläuche? (von Würmern).

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 133 mm.
Diatomeen: vereinzelt, Rotaliden, *Textularia,* 4 *Rhabdammina.* Würmer: Polychaetenröhren (Euchone), Weichkörper und vereinzelt Borsten. Einige Schalenfragmente und Stacheln von Echinoideen. Zahlreiche Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, besonders von Cardium. Crustaceen: sehr vereinzelte kleine Fragmente. Wenige Algenstücke. Bodenmaterial ca. die Hälfte des Mageninhaltes. Umrindete Cysten.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 141,5 mm. Magen: leer.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 118 mm. Ausgenommen etwas Bodenmaterial mit einigen Rotaliden, war der Magen leer.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 120 mm. Magen: leer.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 139 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders *Rhizosolenia.* Rotaliden, *Textularia,* 7 *Rhabdammina.* 1 Spirorbis, Borsten von Polychaeten, Fragmente von Wurmröhren. Zahlreiche Schalenfragmente von Echinoideen, ein kleiner Seeigel (Fragment). Zahlreiche Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, besonders von Cardium, 4 Cardium, 2 *Pleurotoma,* 1 kleine *Mya* (Fragment). Kleine Algenstücke in geringer Anzahl. Bodenmaterial bildet ungefähr drei Viertel des ganzen Mageninhaltes. Umrindete Cysten.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 116 mm.
3 *Rhabdammina.* 1 Cardium. 1 *Cuma Rathkei.* Bodenmaterial war nicht vorhanden. Mageninhalt gering.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 105,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, 1 *Rhabdammina.* 1 Cardium. Crustaceen: einzelne kleine Fragmente. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes. 1 Ascidie (*Cynthia?*).

Von ***Pontaster tenuispinis*** (Dub. u. Kor.) habe ich 11 Exemplare untersucht, welche im Februar 1906 auf der Station N. 7 (Norwegische Rinne, Sandgrund, 250—300 m) gefangen wurden. Der Magen dieser Tiere war vollkommen leer. Der Mund war stets weit geöffnet, doch war der Magen niemals ausgestülpt. Es ist wahrscheinlich, daß beim Heraufholen aus großen Tiefen die Nahrung aus dem Magen herausgestoßen wurde.

Crossaster papposus. Ein 8 cm großes Tier wurde mir zur Verfügung gestellt, es stammte aus der Nordsee. Auch hier zeigte sich die bei Seesternen so häufige Nahrung, nämlich Echinodermen. Der Crossaster hatte einen 3 cm großen *Asterias rubens* in seinen Magen aufgenommen, so daß noch zwei Arme des Asterias aus der Mundöffnung hervorragten. Die Verdauung war bereits eingetreten.

Schließlich führe ich aus der Literatur eine Bemerkung an über einen Seestern, den zu untersuchen ich selbst keine Gelegenheit hatte. Schiemenz[30]) schreibt: „*Asterias glacialis* stülpt seinen Magen aus, umhüllt sein Opfer resp. dringt in das Gehäuse ein und verdaut außerhalb seines Leibes." Ferner beobachtete Schiemenz[30]): „wie ein *Asterias glacialis* seinen Magen auf die Haut eines Seeigels zwischen den Stacheln hindurch brachte und diese dort samt den Muskeln verdaute, bis die Stacheln abfielen. Ein anderer *Asterias glacialis* brachte seinen Magen trotz Kauapparat in die Mundöffnung des Seeigels und saugte ihn aus." Es bilden auch hier die Echinodermen die Nahrung für die Asteriden.

Über die Nahrung der Asteroideen im allgemeinen, sowie über die Nahrungsaufnahme und das Erbeuten finden sich vielfach Angaben. Übereinstimmend ist stets die Ansicht von einer großen Gefräßigkeit dieser räuberischen Tiere. Collins*) berechnete den Schaden, welcher den Austernbänken von Connecticut durch die Seesterne zugefügt wurde für die Jahre 1887—1889 auf 463,600—630,500 und 412,250 Dollars. Möbius und Bütschli fassen ihre Ansicht in der Aufzeichnung zusammen: „Asteriden fressen tote und lebende Tiere". Eisig[9]) erwähnt, daß Seesterne, wie Astropecten und Asterias ganze Seeigel mitsamt ihren Stacheln verschlingen. Graeffe[12]) schreibt in seiner „Seetierfauna von Triest": „Die Asteriden gehen mehr den Weichtieren nach, die ihnen nicht leicht entgehen können. Sogar die stachelige *Murex brandaris* und das spitze Gehäuse von *Dentalium* wandern in den weichen Magen und gelangen selbst in die

*) Siehe Rauschenplat[29]).

Blinddärme der größeren Arten." Folgende Angaben entnehme ich Führt[11]): Milne Edwards*): „Ein Teil des Magens wird ausgestülpt, und die Verdauung geschieht außerhalb des Körpers." Deslongchamps*): „Seesterne sondern einen giftigen Saft ab, durch den die Muscheln veranlaßt werden, ihre Schalen aufzuklappen. Durch einen Saft werden die Weichteile der Beute aufgelöst und dann aufgesogen." „Die Nahrung besteht aus Muscheln und Schnecken, Fischen und Echinodermen." Als gefährlicher Feind der Miesmuschelzucht sind die Seesterne seit langer Zeit bekannt. Heins**) sieht den Grund für das Anheften der Miesmuschel an erhöhten Gegenständen (Steinen, Pfählen) besonders in der Flucht vor dem Seestern. „Der Kreuzfisch ist ein den Muscheln und Austern schädliches Tier. Wenn die Muschel dann und wann ihre Schale öffnet, so wirft der Kreuzfisch einige durchsichtige Fäden oder Stengel zwischen dieselbe hinein." Aus diesen wird dann durch das Zusammenpressen der Schale durch die Muschel eine für diese tötlich wirkende Flüssigkeit ausgepreßt. Von einer Giftwirkung auf die erbeuteten Tiere spricht auch Hamann[15]). Nach seinen Ausführungen wird der Magendarm über die erfaßte Beute, zumeist handelt es sich um Lamellibranchiaten, ausgestülpt, so daß er dieselbe vollständig umgibt und durch ein den Drüsen des Magens entströmendes Gift tötet. Ludwig und Hamann[2]) teilen mit Rücksicht auf die Nahrung die Asteriden in zwei Klassen, nämlich a) Seesterne mit Saugfüßchen und b) solche mit zugespitzten Füßchen. Letztere leben auf sandigem Boden und bohren sich in den Sand ein. „Es ist bei ihnen die Art der Nahrungsaufnahme unmöglich, wie sie Hamann[15]) von *Asterias rubens* beschreibt. Sie nehmen kleine Muscheln und Schnecken in ihren Darm auf, verdauen, sobald die Tiere halberstickt ihre Schalen öffnen, ihren Inhalt und geben später die leeren Schalen wieder frei. Die Nahrung besteht aus Austern, Schnecken, *Dentalium, Chiton, Littorina, Terebra, Strombus, Murex, Mytilus, Tellina, Cardium, Venus, Donax* u. a. nebst Fischen oder gar seinen eigenen Verwandten, wie *Spatangus* oder selbst anderen Seesternen. Die Gefräßigkeit der Seesterne ist unglaublich groß."

Die eingehendsten Untersuchungen stellte Schiemenz[30]) über die Nahrungsaufnahme der Asteriden an. Er unterscheidet 2 Gruppen derselben, nämlich 1. solche, deren Arme von der Spitze nach der Mitte kegelförmig an Breite zunehmen und mit ihren ineinander übergehenden Wurzeln ein mehr oder weniger ausgesprochenes Mittelstück bilden, wie z. B. *Astropecten aurantiacus,* und 2. solche Seesterne, deren Arme mehr oder weniger zylindrisch, in der Nähe des Mittelstückes schmaler als vorher sind und daher kein richtiges Mittelstück bilden, wie z. B. *Asterias glacialis.* „Erstere *(Astropecten aurantiacus)* leben in tiefem Sande und ernähren sich von Muscheln, die sie mit ihren Füßchen in den sehr erweiterungsfähigen Mund schieben. Letztere *(Asterias glacialis)* lieben festen Untergrund; als Nahrung nehmen sie mit Vorliebe Muscheln (Austern) und Schnecken. Der Mund ist wenig erweiterungsfähig. Asterias stülpt seinen Magen aus, umhüllt sein Opfer resp. dringt in das Gehäuse ein und verdaut außerhalb seines Leibes." Schiemenz[30]) stellte dann genauere Untersuchungen über das Öffnen der Muscheln durch die Seesterne an, besonders mit *Asterias rubens,* und gab seine Befunde wieder in der Abhandlung: „Wie öffnen Seesterne Austern?" Man wird also demnach bei der ersten Gruppe in den meisten Fällen Inhalt des Magens erwarten dürfen und zwar Mollusken, sowie nach dem Ergebnis meiner Untersuchungen Echinodermen und Bodenmaterial, während man bei den Angehörigen der zweiten Gruppe den Magen entweder ausgestülpt oder teils leer, teils mit unbestimmbarer verdauter Flüssigkeit vorfinden wird***).

Das verarbeitete Material stammte zum größten Teil aus der Nordsee und dem Skagerrak, nur von *Asterias rubens* sind viele Exemplare aus der Ostsee. Die Tiere wurden in ganz verschiedenen Tiefen (25 bis 300 m) gefangen; ein großer Teil stammte aus der norwegischen Rinne, aus Tiefen von 200 bis 300 m. Alle Asteriden befanden sich auf Sand oder Schlickboden, niemals auf Riffgrund. Bei einem Teil der Tiere,

*) Siehe Führt[11]).

**) Heins, W. F. G. Über den Muschelfang. Schleswig 1868.

***) Das Ausstülpen des Magens und das damit verbundene Ausstoßen der Nahrung scheint in manchen Fällen durch das Abtöten in Alkohol erst hervorgerufen zu werden. Ich habe diesen Vorgang bei Anwendung von schwachem Alkohol beobachten können. Dieselbe Ansicht äußert Frenzel[10]): „Ich habe dieses Vorstülpen des Magens beobachtet, wenn Seesterne durch Alkoholzusatz zu Seewasser langsam abgetötet wurden." Andererseits aber habe ich *Asterias rubens,* sowohl wochenlang im Aquarium, als auch häufig in flachem Wasser auf dem Grunde oder an Pfählen, mit weitausgestülptem Magen gesehen, ein Beweis, daß der häufige Befund von ausgestülpten Magen bei dieser Art nicht lediglich auf die Abtötung in Alkohol zurückzuführen ist, sondern auf eine ständige Lebensgewohnheit.

welche nach Schiemenz[30]) der ersten Gruppe angehören und zugespitzte Füßchen haben (z. B. Astropecten, *Luidia)* ist der Magen niemals ausgestülpt, und in den meisten Fällen fand ich Mageninhalt vor; dagegen war bei der zweiten Schiemenz'schen Gruppe der Magen fast stets mehr oder weniger ausgestülpt und, außer geringen Resten in den Falten der Magenwandung, war nur eine weiche, unbestimmbare Masse aufzufinden. Von dieser Regel kommen Ausnahmen vor, wie das gelegentliche Vorhandensein von kleinen Schnecken oder Muscheln in dem nicht ausgestülpten Magen von *Asterias rubens* beweist. Für die Arten der zweiten Gruppe können die Untersuchungen des Mageninhaltes kein klares Bild für die Nahrung liefern, höchstens im indirekten Sinne, indem durch das Fehlen des Mageninhaltes eine Verdauung außerhalb des Körpers wahrscheinlich gemacht und dadurch auf eine Ernährung durch größere Tiere, wie große Muscheln oder Seeigel hingewiesen, werden dürfte.

Ich möchte nun die gewonnenen Resultate in aller Kürze aufzählen, indem ich mir dabei bewußt bin, daß die aus der Untersuchung des Mageninhaltes gewonnenen Schlüsse nur auf einen Teil des Untersuchungsmateriales mit Sicherheit anzuwenden sind und nur für diese Arten die Nahrung sicher bestimmt worden ist. Diejenigen Arten, über deren Nahrung ich nur Literaturangaben berichten kann, füge ich in Parenthese bei. Die Reihenfolge der Nahrungsbestandteile entspricht ihrer Wichtigkeit und der Menge des Vorkommens.

a) Füßchen zugespitzt:

I. ***Astropecten irregularis:*** Hauptnahrung: 1. Echinodermen, 2. Mollusken; weniger häufig: 3. Würmer, 4. Crustaceen; vereinzelt: 5. größere Algen. Bodenmaterial findet sich in geringer Menge vor.

(II. ***Astropecten Mülleri:*** nach Petersen Hauptnahrung: Echinodermen und Mollusken.)

(III. ***Astropecten aurantiacus:*** nach Conheim, Schiemenz, Ludwig: Mollusken.)

(IV. ***Astropecten Andromeda:*** nach Petersen: Mollusken.)

V. ***Luidia Sarsi:*** Hauptnahrung: 1. Echinodermen, 2. Würmer, 3. Mollusken; seltener: 4. Crustaceen, 5. Rhizopoden. Bodenmaterial findet sich stets in größerer Menge vor.

b) Mit Saugfüßchen:

VI. ***Asterias rubens:*** Hauptnahrung: 1. Mollusken, 2. Echinodermen, 3. Crustaceen. Bodenmaterial findet sich stets in größerer Menge.

(VII. ***Asterias glacialis:*** nach Schiemenz: Echinodermen.)

VIII. ***Hippasterias phrygiana:*** Hauptnahrung: 1. Echinodermen, 2. Würmer. Bodenmaterial findet man stets in größerer Menge.

IX. ***Psilaster Andromeda:*** Hauptnahrung: 1. Mollusken; weniger häufig: 2. Echinodermen, 3. Rhizopoden; selten: 4. Crustaceen, 5. Würmer. Bodenmaterial stets in großer Menge vorhanden.

X. ***Pontaster tenuispinis:*** kein Mageninhalt gefunden.

XI. ***Crossaster papposus:*** Echinodermen.

Resultate: Die Asteriden ernähren sich also von Tieren, sie führen ein räuberisches Leben; wenige sind Aasfresser. Man kann diese Tiere in bezug auf Nahrung und Ernährungsweise in zwei Gruppen teilen, nämlich in solche mit konisch zugespitzten Füßchen (Astropecten und *Luidia*) und solche mit wohlausgebildeten Saugfüßchen. Die Angehörigen der ersteren Gruppe sind nicht imstande, größere Muscheln zu öffnen. Es bleiben ihnen daher zur Nahrung nur solche Mollusken, die sie wegen passender Größe in ihren Magen aufnehmen können. Die Hauptnahrung dieser Tiere bilden nach meinen Untersuchungen die Echinodermen. Ihre Nahrung setzt sich aus folgenden Bestandteilen, geordnet nach ihrer Bedeutung, zusammen: 1. Echinodermen, 2. Mollusken, 3. Würmer, 4. Crustaceen, 5. Rhizopoden, 6. Algen. Die Vertreter der zweiten Gruppe ernähren sich hauptsächlich von größeren Muscheln, deren Schalen sie mit Hilfe ihrer Saugfüßchen öffnen; für sie ist also die Tabelle der Nahrungsbestandteile folgende: 1. Mollusken, 2. Echinodermen, 3. Würmer, 4. Crustaceen, 5. Rhizopoden, 6. Algen. Bodenmaterial wird stets in beträchtlicher Menge in den Magen aufgenommen.

Zum Schluß möchte ich noch auf einen merkwürdigen Befund hinweisen. Ich fand verschiedentlich (z. B. bei Psilaster) im Magen die leeren Muschelschalen ineinander geschachtelt oder um eine *Saccammina* vereinigt in einer Ecke des Magens liegend. Die leeren Schalen waren so geordnete, daß auf die *Saccammina*

die kleinsten Schalen folgten und sie nach außen zu stets größer wurden; alle Schalen waren zusammengedrückt, so daß sie fest ineinander lagen und das Ganze beim Herausnehmen fest zusammenhielt. Die Schalen bildeten so eine ziemlich große Kugel, welche in einem Winkel des Magens aufbewahrt zu werden schien. Wie die Bildung dieser Kugel dnrch den Seestern zustande gebracht wird und welcher Vorteil dem Tier daraus erwächst, weiß ich nicht anzugeben. Die Schalen waren fest und stark, nicht durch Säuren angegriffen.

II. Ophiuroideen.

Ophioglypha albida (Forb.).

Für die Untersuchung des Mageninhaltes von *Ophioglypha albida* standen mir 50 Exemplare zur Verfügung. Bei 22 verarbeiteten Tieren waren nur geringe Nahrungsreste im Magen vorhanden, bei 10 Individuen war der Magen vollkommen leer, bei den übrigen 18 fanden sich Bestandteile der Nahrung in größerer Menge vor. Die Fänge wurden zu allen verschiedenen Jahreszeiten gemacht, die Fundorte liegen in der Ost- und Nordsee. Die Größe der untersuchten Tiere ist recht verschieden; der Durchmesser der Scheibe beträgt 5,5 bis 12,5 mm. Als Hauptnahrung kommen für die *Ophioglypha albida* die Würmer in Betracht, in zweiter Linie die Crustaceen. Reste von Würmern fehlen, wenn überhaupt Mageninhalt in etwas größerer Menge vorhanden ist, fast niemals. Zuweilen bilden die Fragmente dieser Tiere den Hauptbestandteil der Nahrung. In den meisten Fällen handelt es sich um die Überbleibsel von freilebenden Polychaeten von geringerer Größe, deren Weichkörper mit wohlerhaltenen Borsten man häufig konstatieren kann. Röhrenbewohnende Würmer scheinen dagegen selten gefressen zu werden. Zuweilen fand ich Weichkörperstückchen von ganz kleinen Würmern, wahrscheinlich Trematoden, deren Bestimmung aber nicht möglich war. Vereinzelt auftretende, kleine, wohlerhaltene Trematoden möchte ich für Parasiten der *Ophioglypha* ansehen. Kleine Fragmente von Bryozoen konnte ich in 2 Exemplaren ermitteln. In fast gleich großer Menge wie Würmer, fand ich Crustaceen als Mageninhalt vor. Zumeist liegen die Fragmente ziemlich kleiner Krebse zu einem Haufen im Magen vereinigt. Kleine Copepoden ließen sich häufig noch feststellen. Als dritter Hauptbestandteil der *Ophioglypha*-Nahrung sind die Echinodermen zu nennen. Die Reste dieser Tiere kommen zuweilen in bedeutender Menge, oft aber nur vereinzelt, im Magen vor, so daß in diesen Fällen eine zufällige Aufnahme mit dem Bodenmaterial als wahrscheinlich anzunehmen ist. Bei den Ostseeformen habe ich Stücke von kleinen Asteriden, Weichkörper mit Kalkgebilden, häufig angetroffen; bei den Nordseetieren kamen oft zahlreiche Fragmente von kleinen Seeigeln hinzu. Diese 3 Tierklassen scheinen die Hauptnahrung für *Ophioglypha albida* zu bilden, denn die folgenden Nahrungsbestandteile kommen nur in einzelnen Exemplaren in geringer Menge vor. Schalenreste von Mollusken habe ich bei 5 *Ophioglyphen* aufgefunden, doch rührten diese immer von Jugendformen her. Algenreste konnte ich bei 2 Exemplaren feststellen. Die Coelenteraten scheinen als Nahrung vermieden zu werden, denn nur im Magen eines einzigen Tieres traten kleine Bruchstücke von Hydroidpolypen auf. Rhizopoden finden sich ebenfalls nur bei einzelnen Tieren in kleiner Anzahl, obgleich oft Bodenmaterial in ziemlicher Menge im Magen vorhanden ist. Immer handelt es sich dann um vereinzelte Rotaliden. Diatomeen findet man häufig, besonders wo das Bodenmaterial in größerer Quantität in den Magen aufgenommen wurde. Neben Distephanus und Peridineen ist besonders das oft massenhafte Auftreten von Ceratien oder deren Bruchstücken zu erwähnen. Tintinnopsis ist nicht selten. Stark verdaute, weiche Masse, deren Herkunft ich nicht bestimmen konnte, findet sich bisweilen im Magen. Bodenmaterial wird stets in den Magen mit aufgenommen, und wenn der Magen dieser Ophiure wohlgefüllt war, so bildete das Bodenmaterial stets mehr als drei Viertel des Gesamtinhaltes. Mit der Untersuchung der Nahrung der *Ophioglypha albida* hat sich bereits Rauschenplat[29]) beschäftigt: „Über die Nahrungsweise von *Ophioglypha albida*“, schreibt er, „bin ich mir im Unklaren, obgleich ich 42 Exemplare untersuchte. Das reichliche Vorkommen von Sand und unkenntlicher Masse, sowie das Auftreten von kleinen pflanzlichen Resten und tierischen Bestandteilen, sprechen dafür, daß

Ophioglypha albida zu den Detritusfressern zu stellen ist. Auffallend ist das häufige Vorhandensein von Planktonorganismen, die zum Teil noch mit Inhalt versehen waren. Ich glaube nicht, daß *Ophioglypha* zur direkten Aufnahme von Plankton befähigt ist, wenigstens geben Aquarienbeobachtungen keinen Anhalt dafür. Hier möchte ich in Anbetracht dessen, daß ich im Darm eines Exemplares ein Polychaetenstück, und in dem eines anderen viele Borsten von *Pectinaria* gefunden habe, vermuten, daß *Ophioglypha* Planktonzehrer, wie etwa *Cynthia,* frißt". Die Beobachtung Rauschenplat's, daß *Ophioglypha albida* Würmer als Nahrung benutzt, steht mit den älteren Angaben von Möbius und Bütschli[24]) im Einklang: *„Ophioglypha albida* frißt *Nereis diversicolor"*. An einer anderen Stelle schreibt Möbius folgendes: „In einem Ostseeaquarium des Kieler Museums beobachtete ich, wie eine *Ophioglypha albida* eine lebendige *Nereis diversicolor* mit ihren Armen umschlang und darauf in den Mund hineinzog". Eine Beobachtung, daß *Ophioglypha* auch Echinodermennahrung nicht verschmäht, finden wir bei von Üxküll[34]): „Ein Arm führt ein Fleischstück durch Einrollen in den Mund, welcher weitklaffend die Speise empfängt. Wenn man eine größere Zahl von *Ophioglypha* hungern läßt, beginnen sie, sich gegenseitig zu benagen. Es kommt dann wohl vor, daß die eine der anderen den Arm so gründlich benagt, daß er auf eine lange Strecke hin alle schützenden Schilder verliert und nur noch aus den Armwirbeln, ihren Muskeln und dem Armstrang besteht". Schließlich schreibt Petersen[27]) von der *Ophioglypha albida:* „In ihrem Magen habe ich Pflanzenteile und wenig Sand gefunden".

Demnach scheinen auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen sowie der Literaturangaben als Hauptnahrung für *Ophioglypha albida* die Würmer, und zwar besonders die freilebenden Polychaeten, in Betracht zu kommen. Ferner werden Crustaceen und in dritter Linie Echinodermen gefressen. Mollusken, Pflanzen und Coelenteraten, sowie auch Rhizopoden, finden sich selten, dagegen wird Bodenmaterial fast stets in beträchtlicher Menge aufgenommen, so daß es über drei Viertel des gesamten Mageninhaltes ausmacht.

Ophioglypha albida ernährt sich von lebenden Tieren und führt ein räuberisches Leben.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort *) 03. B. VII. Stat. 58. Größe **) 52 u. 11 mm.
Diatomeen: sehr vereinzelt. Würmer: einige Borsten, Weichkörper und sonstige Fragmente von Polychaeten. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Ein Bein einer kleinen Crustacee (Fragment). Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 58. Größe 46 u. 12 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Peridinium. Vielfach Weichkörper mit zahlreichen Borsten und sonstige Fragmente von kleinen Polychaeten. Zahlreiche Fragmente von jungen Echinodermen (Echinoideenstacheln, Kalkeinlagerungen, Schalenstücke). Vereinzelte Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Mehrfache Fragmente kleiner Crustaceen, 1 Copepod. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 58. Größe 55 u. 10,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Ceratienfragmente: vereinzelt. Würmer: einige Haarborsten (von Polychaeten). Echinodermen: einige Fragmente (besonders Echinoideenschalen), Stacheln und Weichkörper eines jungen Seeigels. Einige Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe (Arme abgebrochen) 7 mm. Außer etwas Bodenmaterial Magen leer.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 44 u. 9 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Einige Borsten von Polychaeten. Einige Fragmente von Asteroideen. Vereinzelte Algenstücke. Bodenmaterial in geringer Menge, etwa ein Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 6. u. 7. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 36 u. 8 mm, 41 u. 8 mm. Außer etwas Bodenmaterial Magen leer.

Nr. 8 u. 9. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 47 u. 9 mm, 58 u. 9 mm. Magen leer.

*) Siehe Verzeichnis der Fundorte.

**) Die erste Zahl bedeutet die Entfernung von Armspitze zu Armspitze, die zweite den Durchmesser der Scheibe.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 52 u. 9 mm. Ausgenommen einzelne kleine Fragmente von Echinodermen und Bodenmaterial in ganz geringer Menge war der Magen leer.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 60 u. 8 mm.
Ein sehr kleiner Wurm (Nematod?). Echinodermen: einzelne kleine Fragmente, Weichkörper. Etwas Bodenmaterial. Magen fast leer.

Nr. 12. Fangzeit u. Fangort 03. V. O. 3. Größe 38 u. 7 mm.
Abdomen und Weichkörper von einem Anneliden und etwas Bodenmaterial. Im übrigen war der Magen leer.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 03. V. O. 3. Größe 37 u. 7,5 mm.
Vereinzelte kleine Fragmente von Echinodermen und etwas Bodenmaterial. Sonst Magen leer.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 58 u. 9 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: 1 kleiner Nematod, stark verdauter Weichkörper von Polychaeten (?), vereinzelte Haarborsten. Echinodermen: einzelne kleine Fragmente. Bodenmaterial ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis. Mageninhalt: gering.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe (Arme abgebrochen) 9 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Vereinzelte kleine Fragmente von Echinodermen und ziemlich viel Bodenmaterial. Im übrigen Magen leer.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 35 u. 6,5 mm.
Echinodermen: einige Fragmente. Fragment einer kleinen Crustacee (stark verdaut). Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 17. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 31 u. 7,5 mm.
Einzelne kleine Fragmente von Echinodermen sowie etwas Bodenmaterial. Sonst Magen leer.

Nr. 18. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 34 u. 8 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Echinodermen: vereinzelte Fragmente mit Weichkörper. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis, vielfach stark verdauter Weichkörper.

Nr. 19. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 59 u. 8 mm.
Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Zahlreiche Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial: wenig. Mageninhalt: gering.

Nr. 20. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 48 u. 7 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Zahlreiche Ceratienarme. Würmer: mehrfach Fragmente mit zahlreichen Borsten. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Vereinzelte Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 21. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 4. Größe 36 u. 5,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Ceratienarme, *Distephanus speculum*. Mehrfach Fragmente und einzelne Borsten von Polychaeten. Schalenfragmente und Jugendformen von Lamellibranchiaten. Mehrfach Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 22. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 19. Größe 39 u. 11 mm. Außer etwas Bodenmaterial Magen leer.

Nr. 23. Fangzeit u. Fangort 04. H. III. Stat. 19. Größe 41 u. 8,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: 1 Nematod (Parasit). Vielfach stark verdaute Reste von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 24. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 19. Größe 48 u. 10 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, *Distephanus speculum,* Schalenfragmente von Peridineen. Würmer: ein Nematodenfragment, zahlreiche Haarborsten und Weichkörper von Polychaeten (?). Echinodermen: einige Fragmente. Zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 25. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 42. Größe 44 u. 12 mm.
Diatomeen: vorhanden. Spirorbis, Fragmente und Borsten von Polychaeten vielfach. Einige Reste von jungen Echinodermen, zum Teil mit Weichkörper. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Mehrfach Fragmente von kleineren Crustaceen (meist stark verdaut). Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 26. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 42. Größe 62 u. 12 mm. Magen: leer.

Nr. 27. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 42. Größe 55 u. 12 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, Peridinium, *Distephanus speculum*. Zahlreiche Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Zahlreiche Fragmente kleinerer Crustaceen, mehrere kleine Copepoden. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 28. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 50 u. 8 mm.
Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Einzelne Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in kleiner Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Stark verdauter Weichkörper. Mageninhalt: gering.

Nr. 29. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 43 u. 7,5 mm. Magen: leer.

Nr. 30. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 41 u. 10,5 mm.
Ausgenommen eine geringe Menge Bodenmaterial sowie etwas stark verdauter Weichkörper, war der Magen leer.

Nr. 31. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 9,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. *Distephanus speculum*. Weichkörper und einige Borsten von Polychaeten (?). Zahlreiche Fragmente mit Weichkörper kleinerer Echinodermen. Mehrfach Fragmente kleinerer Crustaceen, 1 Copepod (Fragment). Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 32. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 45 u. 10 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: vereinzelt. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial: wenig. Mageninhalt: gering.

Nr. 33. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 39 u. 9,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Ceratienfragmente. Echinodermen: mehrfach kleine Fragmente, Reste eines kleinen Echinoiden. Mehrfach Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 34. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 3. Größe 56 u. 6,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Ceratienarme. Crustaceen: vereinzelt kleine Fragmente. Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial: wenig. Mageninhalt: gering.

Nr. 35. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 3. Größe 56 u. 7,5 mm.
Ausgenommen vereinzelte kleine Fragmente von Asteroideen sowie etwas Bodenmaterial war der Magen leer.

Nr. 36. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 3. Größe 43 u. 7,5 mm.
Ausgenommen vereinzelte kleine Fragmente von Asteroideen und etwas Bodenmaterial war der Magen leer.

Nr. 37. Fangzeit und Fangort 04. XI. O. 3. Größe 7 mm.
Echinodermen: vereinzelt kleine Fragmente. Einige Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in geringer Menge, bildet ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 38. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 11 mm. Magen: leer.

Nr. 39. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 53,5 u. 9,5 mm.
Außer einigen kleinen Fragmenten von Echinodermen und einem Nematoden (Parasit) nur etwas Bodenmaterial.

Nr. 40. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 46 u. 9 mm.
Vereinzelte Borsten und Weichkörper (von Polychaeten) und einige Tintinnopsis, nur eine geringe Menge Bodenmaterial.

Nr. 41. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 58 u. 9,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Coelenteraten: Fragmente von Hydroidpolypen. Borsten und Weichkörper von Polychaeten, Bryozoenfragmente. Echinodermen: mehrfach Fragmente (z. T. stark verdaut). Schalenbruckstücke von Lamellibranchiaten. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 42. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 11,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Peridinium. Vereinzelte Borsten von Polychaeten. Echinodermen: vereinzelt kleine Fragmente. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 43. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 12 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Bryozoenfragmente. Einzelne Polychaetenborsten. Einige Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 44 u. 45. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe der Scheiben 11,5 u. 12,5 mm. Magen: leer.

Nr. 46. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 11,5 mm.
Einige Diatomeen und vereinzelte Fragmente sehr kleiner Crustaceen, sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 47 bis 49. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe der Scheiben 12, 11, 10,5 mm. Magen: leer.

Nr. 50. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 20 Sm. NW. von Helgoland. Größe 10,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Bryozoenfragmente. Echinodermen: sehr vereinzelt kleine Fragmente. Bodenmaterial in geringer Menge, viel unkenntliche Masse. Mageninhalt: gering.

Ophioglypha Sarsi (Lütke).

Die Nahrungsuntersuchungen bei *Ophioglypha Sarsi* erstrecken sich auf 27 Exemplare. Es fand sich nur bei 2 Tieren ein beträchtlicher Inhalt des Magens, während bei einem Individuum ein geringer Mageninhalt konstatiert werden konnte, bei allen übrigen war der Magen leer. Die bearbeiteten Tiere sind alle an demselben Fundort und zur selben Zeit gefangen, nämlich im Februar 1906 auf N. 7, aus einer Tiefe von ca. 300 m. Die Größe der Tiere mit Mageninhalt betrug 18,5, 20,5 und 17,5 mm Durchmesser der Scheibe. Soweit es sich auf Grund des geringen Untersuchungsmateriales feststellen läßt, scheinen Würmer und Crustaceen die Hauptnahrung dieser Schlangensterne zu bilden. Die Überreste solcher finden sich stets in großer Menge im Magen. Man erkennt von Würmern, unter denen nur die freilebenden Polychaeten in Betracht zu kommen scheinen, häufig kleine, fast gänzlich erhaltene Tiere. In vielen Fällen zeigen sich Ruderfüße, Borsten, einzelne Segmente und reichliche Mengen von Weichkörper, welcher entweder mit zahlreichen Borsten durchsetzt ist, oder an dem Vorhandensein weniger Borsten doch mit Gewißheit als von Polychaeten herrührend angesprochen werden kann. Ferner findet man im Magen dieser *Ophioglypha* eine intensiv rot gefärbte, weiche und zähe Masse in großer Menge; man wird nicht fehl gehen, wenn man auch diese Masse als verdauten Weichkörper von Polychaeten ansieht, deren unverdauliche Reste, als Borsten etc., aus dem Magen bereits ausgestoßen, oder nicht gefressen worden sind. Die Fragmente von kleinen Crustaceen sind ebenfalls bei allen untersuchten Tieren in größerer Menge vorhanden; es handelt sich aber meistenteils nur um recht kleine Krebse, wie Copepoden. Nur in einem Falle fand ich das Bein eines größeren Decapoden. Sowohl von Mollusken wie von Echinodermen habe ich keine Spur entdecken können; dasselbe gilt von den Coelenteraten. Ebenso fehlen die Algen. Rhizopoden waren stets in geringer Menge, trotz reichlich aufgenommenen Bodenmateriales, vorhanden, hauptsächlich Rotaliden und Foraminiferenfragmente. Diatomeen fanden sich bei allen Exemplaren; im Magen eines Tieres konnte ich Schalenfragmente von Peridineen ermitteln. Bodenmaterial war stets in reicher Menge im Magen vorhanden und bildete etwa 9 Zehntel des gesamten Inhaltes. Einige Tintinnopsis wurden gefunden. Über die Nahrung von *Ophioglypha Sarsi* schreibt Petersen[27]): „Im Magen habe ich eine unbestimmbare Masse mit Crustaceenresten angetroffen".

Das Ergebnis der Untersuchungen läßt sich also dahin zusammenfassen, daß die Nahrung dieser *Ophioglypha* in erster Linie in Polychaeten und ferner in kleinen Crustaceen besteht und daß Bodenmaterial sehr reichlich in den Magen mit aufgenommen wird. Sie nährt sich von Tieren und führt eine räuberische Lebensweise.

Nr. 1 u. 2. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 98 u. 19 mm, resp. 20,5 mm. Magen: leer.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 18,5 mm.

Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Würmer: vielfach stark verdauter Weichkörper (wahrscheinlich von Anneliden?). Crustaceen: zahlreiche stark verdaute Reste. Bodenmaterial wenig, ca. ein Viertel des Inhaltes. Mageninhalt: stark verdaut.

Nr. 4 bis 19. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größen 18 bis 22 mm (Scheibe). Magen: stets leer.

Nr. 20. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 20,5 mm (Scheibe).

Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Viele Fragmente von sonstigen Foraminiferen. Zahlreiche Schalenfragmente von Peridineen. Vielfach kleine Polychaeten, sowie zahlreiche Borsten und Weichkörper von solchen Tieren. Zahlreiche Fragmente kleiner Krebse, 1 Bein eines größeren Decapoden. Bodenmaterial in großer Menge, bildet ca. 9 Zehntel des ganzen Mageninhaltes. Mehrere Tintinnopsis.

Nr. 21. bis 26. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 18 bis 20 mm (Scheibe). Magen: stets leer.

Nr. 27. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7.

Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: ziemlich häufig. Zahlreiche Fragmente von Polychaeten (Ruderfüße, Borsten, Weichkörper). Zahlreiche Reste von kleinen Krebsen, zumeist von Copepoden. Bodenmaterial in großer Menge, etwa 9 Zehntel des gesamten Inhaltes. Vielfach verdaute, nicht mehr erkennbare Masse. Inhalt intensiv rot gefärbt.

Ophioglypha texturata (Forb.).

Von *Ophioglypha texturata* standen mir 12 Exemplare für die Untersuchungen des Mageninhaltes zur Verfügung. In allen Fällen habe ich Nahrungsbestandteile in größerer, selten in geringerer Menge, vorgefunden. Die Fundorte aller Tiere lagen in der Nordsee und sind fast alle verschieden. Die Größe der Scheibe der verarbeiteten Exemplare lag zwischen 13 und 28 mm. Trotz der Verschiedenheit in Fangzeit, Fundort und Größe zeigen doch alle Tiere, soweit ein Mageninhalt in etwas größerer Menge gefunden wurde, eine fast völlige Übereinstimmung ihrer Nahrung. Den hauptsächlichsten Bestandteil des Mageninhaltes bilden für *Ophioglypha texturata* die Würmer. Nur wo ein ganz spärlicher Mageninhalt vorhanden war, fehlen sie, aber in allen anderen Fällen sind sie stets zahlreich vertreten. Im Darm eines Exemplares fand ich 2 Spirorbis, eines anderen zahlreiche Fragmente von dünnen Wurmröhren, wahrscheinlich Euchone, sonst aber zeigten sich Röhren von Würmern nicht, wohl aber Weichkörper mit vielen Borsten, Parapodien und anderen Fragmenten von Polychaeten, so daß *Sedentaria* und *Errantia* für diese *Ophioglypha* als Nahrung in Betracht kommen. Bei zwei Exemplaren habe ich Bryozoenstückchen vorgefunden.

An die Würmer schließen sich die Crustaceen an. Auch sie kommen in allen Fällen vor, außer wenn ein allzu geringer Mageninhalt einen Schluß auf die Nahrung überhaupt verbietet. Zahlreiche große Haufen von unentwirrbaren Crustaceenresten finden sich häufig im Magen. Zuweilen fand ich Beine von größeren Krebsen, vielfach erschienen Copepoden; in einem Exemplar fand ich einen Ostracoden. Meist waren die Crustaceenreste stark verdaut und die übrigbleibenden Fragmente zu wirren Haufen zusammengeballt. Einen weiteren, nicht unerheblichen Nahrungsbestandteil bilden die Echinodermen. Auch diese finden sich in dem Magen fast aller verarbeiteten Exemplare. Teilweise fand ich nur geringe kleine Fragmente von kleinen Echinodermen, teilweise treten sie jedoch in sehr großer Menge auf. Besonders häufig und zahlreich sind Fragmente von jungen Seeigeln. Neben diesen zeigen sich die oft zahlreichen Reste von jungen Asteriden und Ophiuren. Ungefähr in derselben Menge wie die Echinodermen treten die Mollusken auf. Zumeist fand ich Lamellibranchiatenschalen, deren Art aber nicht bestimmbar war, da die Muscheln fast stets von der *Ophioglypha* zertrümmert waren und sich nur die kleinen Bruchstücke vorfanden. Zuweilen konnte ich kleine *Tellina*-Formen ermitteln. Pteropodenschalen, meist *Limacina,* fand ich als Fragmente

im Magen vor. Eine fast kaum beachtenswerte Rolle für die Ernährung spielen die Coelenteraten. Sie fehlen bei vielen Tieren; bei einem fand ich vereinzelte kleine Stückchen von Hydroidpolypen und daneben sehr kleine Schwammfragmente mit Nadeln. Zum Schluß wären noch die Rhizopoden als Nahrungsbestandteile anzuführen, doch scheint hier eine zufällige Nahrungsaufnahme zugleich mit dem Bodenmaterial stattgefunden zu haben, da ihre Zahl ganz abhängig ist von der Menge des im Magen vorgefundenen Bodenmateriales. Bei wenig vorhandenem Bodenmaterial fehlen die Rhizopoden, während ihre Menge mit der Zunahme des Bodenmateriales steigt. Rotaliden sind häufiger vertreten. Nur selten zeigen sich *Textularia* und *Lagena*. Die größeren Algen scheinen keine Rolle für die Ernährung von *Ophioglypha texturata* zu spielen. Nur in zwei Tieren fand ich im Magen vereinzelte kleine Algenstückchen. Diatomeen kommen fast stets vor, zuweilen sehr zahlreich, zuweilen vereinzelt; Coscinodiscus und *Biddulphia* erscheinen am häufigsten. *Dictyocha, Distephanus speculum* und Fragmente von Peridineenschalen, wohl meist Ceratien, sind vereinzelt zu finden. Schließlich wären noch Tintinnopsis, *Tintinnus accuminatus, Melosira,* Cysten und Fischschuppen zu erwähnen. Bodenmaterial wird in ziemlicher Menge in den Magen aufgenommen und bildete durchschnittlich 9 Zehntel der Bestandteile des Gesamtinhaltes. Ich möchte noch hervorheben, daß ich bei keiner *Ophioglypha texturata* den Magen auch nur zum Teil ausgestülpt angetroffen habe.

Das gewonnene Resultat der angestellten Untersuchungen fasse ich kurz zusammen: *Ophioglypha texturata* nährt sich von Tieren, sie führt ein räuberisches Leben. Es fallen ihr in erster Linie die Polychaeten zum Opfer; Crustaceen werden ebenfalls reichlich erbeutet. Echinodermen und Mollusken kommen in geringerem Maße für die Ernährung dieses Schlangensternes in Betracht. Rhizopoden erscheinen in unbedeutender Zahl und werden mit dem sehr zahlreich aufgenommenen Bodenmaterial in den Magen eingeführt. Coelenteraten und Algen kommen nicht in Frage.

In der einschlägigen Literatur fand ich über die Nahrung von *Ophioglypha texturata* zwei kurze Notizen. Die erste bei Möbius und Bütschli[24]) lautet: „*Ophioglypha texturata* frißt *Nephtys coeca.* Im Magen einer *Ophioglypha texturata* wurde eine noch lebende *Nephtys coeca* gefunden". Die zweite Bemerkung steht bei Petersen[27]), welcher über die Nahrungsuntersuchungen dieses Tieres folgendes erwähnt: „Im Magen habe ich außer Bodenmaterial Ostracoden, Copepoden und kleine Schnecken gesehen". Beide Bemerkungen stimmen mit den von mir gewonnenen Resultaten durchaus überein, indem auch hier Polychaeten und Crustaceen als Hauptnahrung für *Ophioglypha texturata* hingestellt werden. Zum Schluß sei erwähnt, daß auch bei diesem Schlangenstern bisweilen im Magen Nematoden sich finden, welche als Parasiten dieser Tiere anzusehen sind.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 21. Größe 145 u. 25 mm.
Diatomeen: zahlreich (besonders Coscinodiscus). Zahlreiche Rotaliden und Fragmente von anderen Foraminiferen. Schalenfragmente von Peridineen. Würmer: Fragment von einem Polychaeten. Einige Borsten von Polychaeten. Echinodermen: einige Fragmente, besonders Echinoideenstacheln. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Haufen von Crustaceenresten. Vielfach kleine Copepoden (meist Fragmente). Vereinzelte kleine Algenstückchen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes. Umrindete Cysten, Tintinnopsis, *Melosira.*

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 19. Größe 50 u. 20 mm.
Vereinzelte kleine Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, sowie etwas Bodenmaterial. Im übrigen Magen leer.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 19. Größe 67 u. 16 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Vielfach feine Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Vereinzelt kleine Bryozoenstückchen. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Vereinzelte kleine Algenfragmente. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes.

Nr. 4. Fangzeit u. Fangort 04. XI. N. III. Größe 135 u. 22 mm.
Diatomeen: zahlreich, besonders *Biddulphia.* Coscinodiscus. Rotaliden. *Distephanus speculum. Dictyocha.* Sehr zahlreiche feine Borsten und vielfach Weichkörper von Polychaeten, 2 Spirorbis. Vereinzelt kleine Bryozoenstückchen. Sehr zahlreiche Fragmente von kleinen Echinodermen

(Asteroideen). Vielfach Schalenfragmente von kleinen Lamellibranchiaten. Pteropodenschalen vereinzelt *(Limacina)*. Sehr zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen (Antennen, Beine, Borsten etc.). 2 Copepoden, ein Bein einer großen Crustacee. Bodenmaterial in großer Menge, bildet ca. 9 Zehntel des gesamten Mageninhaltes.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 59. Größe 67 und 13 mm.
1 Foraminiferengehäuse (Fragment). Echinodermen: einige kleine Fragmente. Crustaceen: einige kleine Fragmente. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes. Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 27. Größe 120 u. 20 mm.
Diatomeen: wenige. Sehr zahlreiche Röhren von jungen Polychaeten (Euchone). Zahlreiche Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Zahlreiche Fragmente von kleinen Asteroiden und Ophiuren, Stacheln von größeren Echinoideen. Vielfach Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina*. Einige Fragmente kleinerer Crustaceen. 1 Ostracod. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 5. Größe (Arme abgebrochen) 27 mm (Scheibe).
Außer wenigen Diatomeen, sowie vereinzelten kleinen Fragmenten von Echinodermen, nur etwas Bodenmaterial.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 5. Größe (Arme abgebrochen) 28 mm (Scheibe).
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden und Schalenfragmente anderer Foraminiferen. *Distephanus speculum*. Würmer: einige Borsten und Weichkörper, scheinbar von Polychaeten. Vereinzelt kleine Pteropodenschalen. Mehrfach kleine Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 42. Größe 19,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Sehr zahlreiche Fragmente (Borsten, Ruderfüße und Weichkörper) von Polychaeten (Kieferborsten). Echinodermen: vielfach kleine Fragmente, besonders zahlreiche Stacheln von jungen Echinoideen. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial ziemlich viel, fast die Hälfte des Mageninhaltes.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 3. Größe (Arme abgebrochen) 26 mm (Scheibe).
Außer wenigen Diatomeen und einigen Fragmenten von Echinodermen (besonders Echinoideenstacheln), nur etwas Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 150 u. 27 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Nodularia* (?), feine Sandröhren von Foraminiferen. Mehrfach Echinoideenstacheln. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes. 4 Fischschuppen.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe (Arme abgebrochen) 23 mm (Scheibe).
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Nodosaria*, *Textularia*, 1 *Lagena*. Fragmente anderer Foraminiferen. Ganz vereinzelt kleine Stücke von Hydroidpolypen. Kleine Schwammfragmente mit Nadeln. Würmer: 1 Nomatod (Parasit). Stark verdauter Weichkörper mit Borsten, event. von Polychaeten. Echinodermen: mehrfach Fragmente. Besonders zahlreiche Stacheln von jungen Echinoideen und Fragmente von kleinen Asteroideen. Jugendformen von Lamellibranchiaten (Fragmente). Pteropodenschale (Fragment). Viele Fragmente von kleinen Crustaceen. Ein Bein eines größeren Krebses. Bodenmaterial in großer Menge, ca. 9 Zehntel des Mageninhaltes. *Tintinnus accuminatus*. Tintinnopsis. Umrindete Cysten. Einzelne Fischschuppen.

Amphiura Chiajei (Forb.).

Die Nahrungsuntersuchungen von *Amphiura Chiajei* erstrecken sich auf 14 Exemplare. Bei 3 Tieren war der Magen leer, bei 5 weiteren fanden sich nur geringe Nahrungsmengen vor. Die bearbeiteten Tiere stammen aus dem Kattegat und Skagerrak. Die Größe des Untersuchungsmateriales ist ziemlich gleichförmig, 6—9 mm. Für *Amphiura Chiajei* scheinen wiederum die Würmer die Hauptnahrung zu bilden, neben

denen in zweiter Linie die Algen in Betracht kommen. Überreste von Würmern finden sich bei fast allen Exemplaren. Es handelt sich auch hier in den meisten Fällen um Weichkörper mit mehr oder minder zahlreichen Borsten von Polychaeten. Doch scheinen meistens nur sehr jugendliche Individuen dieser Würmer von dem Schlangenstern erbeutet zu sein. In dem Magen eines Tieres fand ich eine Schale von Spirorbis, bei einem anderen Exemplare eine ziemlich dünne Kalkröhre eines Wurmes, wahrscheinlich einer jungen Serpulide. Hier dienen also auch die röhrenbewohnenden Polychaeten zur Nahrung, was nur selten bei den Ophiuren vorzukommen pflegt. Merkwürdigerweise schließen sich den Würmern die Algen an. Algenstückchen fehlen bei dieser *Amphiura* fast niemals im Magen, finden sich zuweilen sogar in großer Menge. Es ist also die Nahrung dieses Tieres, da die sonstigen Nahrungsbestandteile gegenüber den beiden genannten bedeutend zurücktreten, ungefähr zu gleichen Teilen aus Fleischkost (Würmern) und Pflanzenkost (Algen) zusammengesetzt, eine Tatsache, welche sich außer bei diesem Schlangenstern nur noch bei *Amphiura filiformis* findet; bei letzterem Tier jedoch treten die Algenfragmente bedeutend weniger als hier in den Vordergrund. Mollusken, Echinodermen, Crustaceen dienen nur gelegentlich in geringer Menge als Nahrung. Die Mollusken werden durch die Lamellibranchiaten vertreten. Von Echinodermenresten habe ich in 2 Fällen Stacheln und Schalenstückchen von ganz kleinen Seeigeln festgestellt, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß diese geringen Reste noch als Bestandteile des aufgenommenen Bodenmaterials anzusehen sind; sonst fehlten Echinodermenreste. Von Crustaceen fand ich nur im Magen eines Tieres das Fragment eines Copepoden; sonst fehlten auch diese. Coelenteraten kommen nicht in Betracht. Foraminiferen fehlten in manchen Fällen, waren aber häufig durch Rotaliden vertreten. Diatomeen waren fast stets nur in geringer Zahl vorhanden. Bei mehreren Tieren habe ich Schalenfragmente von Peridineen, besonders Bruchstücke von Ceratien, gefunden. Das gelegentliche Vorkommen von Tintinnopsis sei erwähnt. Bodenmaterial wird stets in den Magen aufgenommen, nur selten wenig, zumeist in beträchtlicher Menge, so daß es ca. drei Viertel des Gesamtinhaltes ausmacht.

Aus der Literatur ist nur eine kurze Bemerkung Petersen's[27]) anzuführen, welcher über den Mageninhalt dieser *Amphiura* schreibt: „Der Magen war stets mit Ton und Sandteilchen gefüllt".

Nach den vorgenommenen Untersuchungen nährt sich also *Amphiura Chiajei* hauptsächlich von Würmern und von Algen, aber trotzdem glaube ich, unter Berücksichtigung des geringen Untersuchungsmaterials und in Anbetracht der Nahrungsweise der anderen Ophiuren, sie doch zu den von tierischer Kost sich nährenden und räuberisch lebenden Tieren stellen zu müssen.

In geringerem Grade kommen Mollusken, Echinodermen, Crustaceen und Rhizopoden in Frage. Bodenmaterial findet sich im Magen stets in beträchtlicher Menge vor.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 50 u. 9 mm.
Diatomeen: wenige. Kleine Rotaliden. Ziemlich viele Fragmente von Peridineenschalen. Vereinzelte kleine Borsten, event. von Polychaeten (?). Einzelne Stacheln von jungen Echiniden. Kleine Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 7,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. 1 Spirorbisschale. Jugendformen von Lamellibranchiaten. Einzelne kleine Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 3 u. 4. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe je 8 mm (Scheibe). Magen: leer.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 9. Größe 112 u. 9 mm.
Weichkörper und feine Borsten, event. von Polychaeten, sowie etwas Bodenmaterial; sonst Magen leer.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 9. Größe 95 u. 8,5 mm. Nur etwas Bodenmaterial, sonst Magen leer.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 75 u. 8 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Kleine Rotaliden: vereinzelt. Würmer: eine feine Sandröhre, Haarborsten. Stacheln von kleinen Echiniden. Kleine Schalenfragmente von Lamellibranchiaten (Jugendformen). Mehrfach kleine Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 74 u. 8 mm.
Diatomeen: vorhanden. Fragmente von Peridineenschalen. Einige Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Einzelne kleine Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 7,5 mm (Scheibe).
Außer einigen Diatomeen und einem kleinen Algenstückchen, sowie etwas Bodenmaterial, Magen leer.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41.
Diatomeen: wenige. Rotaliden. Würmer: eine Kieferborste und Weichkörper von Polychaeten (?). Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 8 mm (Scheibe).
Fragmente von Peridineenschalen. Würmer: vielfach Haarborsten und Weichkörper von Polychaeten (?). Zahlreiche Algenstücke. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 8 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenige. Rotaliden: vereinzelt. Algenstücke. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 6 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: vereinzelt. Einige Haarborsten von Polychaeten (?). Ein kleiner Copepod (Fragment). Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des ganzen Mageninhaltes.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 6½ mm (Scheibe). Magen: leer.

Amphiura filiformis (O. F. Müller).

Die Untersuchungen des Mageninhaltes bei *Amphiura filiformis* erstrecken sich auf 33 Tiere. Die Fangorte der verarbeiteten Exemplare liegen im Kattegat und in der Nordsee. Die Größe des Untersuchungsmateriales ist recht verschieden, es beläuft sich der Durchmesser der Scheibe auf 2 bis 9 mm. Die Befunde des Mageninhaltes sind sehr unregelmäßig, bei einigen Tieren fand ich nur wenig Bodenmaterial, bei zahlreichen Exemplaren war der Mageninhalt recht gering. Es traten bald Reste dieser, bald jener Tierarten in den Vordergrund. Unzweifelhaft bilden Würmer und Echinodermen die Hauptnahrung der *Amphiura filiformis*. Allerdings fehlen die Würmer oder deren Fragmente in einigen Fällen, bilden aber häufig den überwiegenden Bestandteil der Nahrung. Es handelt sich um Stücke des Weichkörpers mit mehr oder minder zahlreichen Borsten von Polychaeten. Der Weichkörper war zumeist stark verdaut, die Borsten zu Haufen vereinigt.

Man muß für die Nahrung dieser *Amphiura* wohl die freilebenden Polychaeten anführen, denn nur in einem Exemplar habe ich Stücke einer Wurmröhre vorgefunden. Ferner stellte ich in einem Tiere ein Bryozoenstückchen fest, doch blieb es bei diesem einzelnen Befunde. In zweiter Linie sind für die Ernährung dieses Schlangensternes die Echinodermen zu berücksichtigen. Zwar fehlen sie bisweilen, treten aber auch wieder, gerade wie die Würmer, in großer Menge auf. Ist das letztere der Fall, so pflegen die Reste der Würmer zu verschwinden, sind Echinodermenreste selten, so pflegen die Würmer zu dominieren, aber beide zugleich fehlen nur selten. Die Echinodermenreste treten bisweilen in so geringer Menge auf, daß die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Aufnahme mit dem Bodenmaterial nicht von der Hand zu weisen ist. Es handelt sich zumeist um Stacheln und Schalenfragmente von jungen Seeigeln, zuweilen habe ich Weichkörper an den Kalkfragmenten feststellen können; auch fand ich in einem Exemplar Weichkörper mit Kalkeinlagerungen, welche ich für Holothurienreste halte.

Den dritten Bestandteil des Mageninhaltes bilden Algen. Ich habe recht häufig kleine Algenstückchen aufgefunden, bei zwei Individuen sogar in großer Menge. Das häufige Vorkommen von Pflanzenresten neben der tierischen Nahrung, welche die *Amphiura filiformis* als Räuber charakterisiert, ist bemerkenswert; ich konnte eine ähnliche Tatsache auch bei *Amphiura Chiajei* feststellen. Von den für die Nahrung dieses

Schlangensternes weniger in Betracht kommenden Tieren wären noch die Mollusken und Crustaceen zu erwähnen. Die Mollusken fehlen sehr häufig, oder sie kommen in spärlicher Menge vor. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, sowie einzelne Jugendformen dieser Tiere habe ich aufgefunden; noch weniger zahlreich sind die Crustaceen vertreten. Ihr Vorkommen ist nur auf wenige Fälle beschränkt, in welchen sich die Fragmente kleiner Krebse, sowie vereinzelt Copepoden ermitteln ließen. Einmal fand ich die Schere einer etwas größeren Crustacee. Coelenteraten kommen nicht in Betracht; Foraminiferen sind zuweilen in geringer Menge vertreten, ihre Anzahl wechselt mit der Menge des Bodenmaterials im Magen. *Textularia* und Rotaliden sind am häufigsten, Diatomeen finden sich fast stets. Schließlich seien *Distephanus speculum,* sowie Ceratienfragmente erwähnt. Tintinnopsis war selten vorhanden. Unkenntliche, verdaute Masse von Weichkörper war häufig; Bodenmaterial bildete ungefähr drei Viertel des gesamten Mageninhaltes. In der Literatur finde ich eine kurze Bemerkung bei Petersen[27]): „Der Magen war bei dieser Art immer mit Sand und Tonteilchen gefüllt".

Das Resultat der vorgenommenen Untersuchungen ist also folgendes: Die Hauptnahrung der *Amphiura filiformis* bilden, wie dies bei den meisten Ophiuren der Fall ist, die Würmer. Ihnen gesellen sich die Echinodermen zu. Als dritter Bestandteil der Nahrung kommen Algen in Betracht. Mollusken und Crustaceen kommen nur in geringerem Grade in Frage, während Coelenteraten nicht gefunden wurden. Bodenmaterial wird stets reichlich in den Magen aufgenommen.

Amphiura filiformis ernährt sich hauptsächlich von tierischer Kost, der Pflanzennahrung beigemischt ist.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 52 u. 7 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Rotaliden: vereinzelt. Echinodermen: einige kleine Fragmente. Stacheln von kleinen Echiniden. Einige Fragmente von kleineren Crustaceen, 1 kleiner Copepod. Kleine Algenfragmente. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des ganzen Mageninhaltes.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 34 u. 6 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: vereinzelt. Vielfach Weichkörper und einige Borsten von Polychaeten. Vereinzelte kleine Fragmente, besonders Stacheln, von kleinen Echiniden. Bodenmaterial in geringer Menge, ca. ein Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 58 u. 9 mm.
Einige Diatomeen und einige Echinodermenfragmente (kleine Echinoideenstacheln), sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt sehr gering, viel verdaute, unkenntliche Masse.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 52 und 7 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Mehrfach Polychaetenborsten und Weichkörper. Ziemlich viele Echinodermenfragmente, Stacheln von kleinen Echiniden und Kalkeinlagerungen von Holothurien (?). Mehrfach kleine Algenfragmente. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, fast drei Viertel des Mageninhaltes. *Ova hispida.*

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 42 u. 6 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: vereinzelt. Kalkeinlagerungen, Stacheln und Schalenfragmente von kleinen Echinodermen. Vereinzelt Jugendformen von Lamellibranchiaten. Wenige Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 86 u. 7,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: wenige. Einzelne Borsten (Haarborsten) und Weichkörper von Polychaeten (?). Einzelne Algenstückchen. Bodenmaterial in größerer Menge, über drei Viertel des ganzen Inhaltes. *Melosira.* Vielfach unkenntliche Masse.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 6 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Vereinzelte Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Einige Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt sehr gering.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 6 mm (Scheibe).
Außer einigen Diatomeen und einzelnen Borsten von Polychaeten und Weichkörper (?) nur Bodenmaterial in ziemlicher Menge und unkenntliche, weiche Masse.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 7 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: einzelne Borsten und wenig Weichkörper, event. von Polychaeten. Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial wenig, kaum ein Viertel des Mageninhaltes betragend.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 6 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Weichkörper und vereinzelte Borsten von Polychaeten. Ein Fragment einer feinen Sandröhre (Wurm?). Einige Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des ganzen Inhaltes.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 5,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus und *Rhizosolenia*. Einzelne Haarborsten von Polychaeten. Ein kleines Bryozoenfragment. Zahlreiche Algenstückchen. Bodenmaterial ziemlich viel, über die Hälfte des Mageninhaltes.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 5,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Kalkeinlagerungen mit Weichkörper von kleinen Echinodermen, Stacheln. Vereinzelte Fragmente von Lamellibranchiatenschalen. Vielfach Algenstückchen. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 6 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenige. 1 Wurmfragment(?). Borsten und Weichkörper (stark verdaut) von Polychaeten. Einige Fragmente (Kalkeinlagerungen, Stacheln) von Echinodermen. Vereinzelte Schalenfragmente von Lammellibranchiaten. Einzelne Fragmente von kleinen Crustaceen (Schere). Einzelne Algenstückchen. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Stark verdaute, unkenntliche Masse vielfach.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 5,5 mm (Scheibe). Außer etwas Bodenmaterial Magen fast leer.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 4,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenige. Echinodermen: einige Fragmente, besonders Kalkeinlagerungen. Bodenmaterial in reichlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Etwas unkenntliche Masse.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 5,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Vereinzelt Kalkeinlagerungen von Echinodermen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 17. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 42. Größe 4,5 mm (Scheibe).
Außer vereinzelten Diatomeen, einigen Rotaliden und vereinzelten *Textularia,* nur ziemlich viel Bodenmaterial und weiche, unkenntliche Masse.

Nr. 18. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: wenig. Vereinzelte Kalkeinlagerungen von kleinen Echinodermen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge.

Nr. 19. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 5,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenige. Rotaliden: wenige. Echinodermen: vereinzelte Kalkfragmente. Jugendformen von Lamellibranchiaten (Fragmente). Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 20. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 3,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenig. Einzelne Schalenfragmente von Peridineen. Zahlreiche Fragmente von Polychaeten (Segmente mit Borsten). Eine Crustacee (Copepod?). Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Inhaltes. Unkenntliche, verdaute Masse.

Nr. 21. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 2 mm (Scheibe). Nur wenig Bodenmaterial, Magen fast leer.

Nr. 22. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 2,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Fragmente von jungen Lamellibranchiatenschalen. Bodenmaterial ziemlich viel. *Ova*. Mageninhalt: gering.

Nr. 23. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 4 mm (Scheibe).
Einzelne Fragmente von kleinen Echinodermen und Weichkörper, kleine Echinidenstacheln, sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: gering.

Nr. 24. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 2,5 mm (Scheibe).
Einige Fragmente und Weichkörper von kleinen Echinodermen, sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 25. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 49. Größe 3,5 mm.
Wenige Diatomeen, sowie einzelne Fragmente von jungen Echinodermen und sehr wenig Bodenmaterial. Mageninhalt: äußerst gering.

Nr. 26. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 4,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: wenige. *Distephanus speculum.* Schalenfragmente von Peridineen. Echinodermen: einige Fragmente (Kalkeinlagerungen, Stacheln). Vereinzelt Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 27. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 4 mm (Scheibe).
Vereinzelte Diatomeen sowie einige Echinodermenfragmente mit anhängendem Weichkörper und wenig Bodenmaterial. Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 28. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 3,5 mm (Scheibe).
Vereinzelte Diatomeen, vereinzelte kleine Foraminiferengehäuse, sowie wenig Bodenmaterial. Tintinnopsis. Weichkörper (?). Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 29. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 2 mm (Scheibe).
Diatomeen: vereinzelt. Echinodermen: vereinzelt kleine Fragmente und Weichkörper. Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 30. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 4,5 mm.
Außer vereinzelten Diatomeen und einigen kleinen Fragmenten und Weichkörpern, sowie Stacheln von Echinodermen, nur Bodenmaterial in geringer Menge. Mageninhalt: gering.

Nr. 31. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 3 mm (Scheibe).
Ganz vereinzelt kleine Echinodermenfragmente, sowie etwas Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 32. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 4,5 mm (Scheibe).
Ganz vereinzelt kleine Fragmente (Kalkeinlagerungen) von Echinodermen, sowie wenig Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 33. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 25. Größe 3,5 mm (Scheibe).
Vereinzelte kleine Fragmente mit Weichkörper von Echinodermen. Stacheln von kleinen Echiniden, sowie sehr wenig Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Ophiothrix fragilis (O. F. Müller).

Von *Ophiothrix fragilis* habe ich bei 35 Exemplaren den Mageninhalt untersucht. Da die Tiere zu verschiedenen Jahreszeiten gefangen wurden und aus ganz verschiedenen Teilen der Nordsee stammen, glaube ich bei diesem Schlangenstern eine ziemlich genaue Bestimmung seiner Nahrungsweise gefunden zu haben. Die Arme waren häufig abgebrochen, die Größe des Scheibendurchmessers liegt bei dem bearbeiteten Material zwischen 3,5 und 15 mm. Die Hauptnahrung für diese *Ophiothrix* bilden Würmer. Die Überreste solcher Tiere fanden sich mit wenigen Ausnahmen im Magen dieses Schlangensternes. In 21 Fällen bildeten sie die überwiegenden Bestandteile des ganzen Mageninhaltes. Es handelt sich stets um die Fragmente freilebender Polychaeten, Reste von Wurmröhren habe ich niemals gefunden. Es hat nicht den Anschein, als ob *Ophiothrix fragilis* diese Röhren bei der Nahrungsaufnahme zurückließe und nur die Bewohner herausfräße, denn man kann bei anderen Ophiuren und Asteriden die Fragmente der Röhren häufig im Magen antreffen. Meistenteils fand ich größere oder kleinere Stücke von Weichkörper, deren Herkunft sich durch die zahlreichen Borsten, welche in dem Weichkörper festsaßen, sicher feststellen ließ. Es zeigten sich auch ganze Körperteile und Segmente, wie Parapodien mit den Borsten, oder Kopfsegmente mit daran sitzenden Kiefern. Mehrere Male konnte ich auch einen kleinen Trematoden zwischen dem

Mageninhalt ermitteln, doch glaube ich diese Tiere als Parasiten, welche im Magen von *Ophiothrix fragilis* leben, hinstellen zu dürfen. Den Würmern folgen die Crustaceen. Aber während die ersteren fast stets und in großer Menge auftraten, finden sich die Crustaceen in 15 Exemplaren nicht, zeigen sich bei 12 Tieren in geringer Menge und nur bei 4 Exemplaren in großer Quantität. Fragmente, wie Antennen, Beine und Borsten, sowie vereinzelte Segmente von kleinen Crustaceen und einige Copepoden, habe ich im Magen dieses Schlangensternes vorgefunden. Auch die Echinodermen fehlen häufig oder treten in geringer Menge im Mageninhalt auf. Zahlreiche Reste fand ich nur bei 2 Exemplaren. In dem einen Tiere zeigten sich zahlreiche Fragmente von jungen Seesternen, besonders Armglieder, bei dem anderen Exemplar traten die Reste von jungen Seeigeln hervor, zwischen denen ein noch fast gänzlich erhaltener junger Herzigel lag. Überreste der Mollusken findet man selten im Magen von *Ophiothrix fragilis*. Es ist mir nur bei 5 Tieren gelungen, diese in größeren Quantitäten nachzuweisen; es handelt sich um Lamellibranchiaten. Außer den Schalenfragmenten fand ich einige Jugendformen von *Tellina* und von Cardium. Überreste von Coelenteraten sind sehr vereinzelt; nur in 3 Fällen war es möglich, die Überbleibsel dieser Tiere zu konstatieren. Bei zwei Exemplaren fand ich einige Spongiennadeln. Im Magen des dritten Tieres befanden sich vereinzelte kleine Stückchen von Hydroidpolypen. Größere Algen habe ich nur bei drei Individuen als vereinzelte Stückchen aufgefunden. Auch die Rhizopoden sind für die Nahrung von *Ophiothrix fragilis* in Betracht zu ziehen. Sie finden sich recht häufig und kommen zuweilen in sehr großer Anzahl im Magen vor, doch richtet sich zumeist ihr Auftreten nach der Menge des aufgenommenen Bodenmateriales. Rotaliden, daneben *Textularia* sind zu nennen, sowie Bruchstücke sonstiger Foraminiferen. Die Diatomeen finden sich je nach der Menge des aufgenommenen Bodenmateriales. Bodenformen von Coscinodiscus sind besonders zahlreich. Neben Prorocentrum sind Ceratienarme und Fragmente sonstiger Peridineen zu erwähnen. Bodenmaterial, welches stets im Magen von *Ophiothrix fragilis* sich vorfindet, macht ca. drei Viertel der Bestandteile des Mageninhalts aus. Ich habe bisweilen im Magen dieses Schlangensternes eine weiche, stark verdaute Masse vorgefunden, welche ich wohl als Weichkörper von Mollusken ansprechen möchte. Es sei noch das Vorkommen von Eiern *(Ova hispida)* und umrindeten Cysten, ferner das gelegentliche Auftreten von Tintinnopsis und *Tintinnus accuminatus* erwähnt.

In der Literatur findet sich bei Petersen[27]) eine Aufzeichnung über die Nahrung von *Ophiothrix fragilis:* „Im Magen wurden Diatomeen, Peridineen, Annelidenborsten, Pflanzenzellen etc. und wenig Sandkörner gefunden."

Nach den vorgenommenen Untersuchungen bilden die freilebenden Polychaeten in erster Linie die Nahrung dieses Schlangensternes. Sie kommen stets im Magen in größerer Menge vor. Diesen schließen sich die Crustaceen und Echinodermen an; dagegen spielen Mollusken, Coelenteraten und Algen nur eine untergeordnete Rolle für die Ernährung von *Ophiothrix fragilis*. Bodenmaterial, welchem Foraminiferen und Diatomeen beigemischt sind, wird in beträchtlicher Menge in den Darm aufgenommen. Wir sehen also in *Ophiothrix fragilis* einen Schlangenstern, der sich von tierischen Stoffen ernährt und eine räuberische Lebensweise führt.

Über den Vorgang der Nahrungsaufnahme schreibt von Uexküll[34]): „Bei *Ophiothrix fragilis,* welche eine sitzende Lebensweise führt, beteiligt sich die Armmuskulatur nicht am Erfassen der Beute, sondern besonders angebrachte Tentakeln schieben sich gegenseitig die kleinen Nahrungsbrocken zu, die im Zickzack von der Armspitze zum Mittelstück wandern."

Dieses Verhalten scheint mir jedoch nicht in allen Fällen möglich zu sein, da ein Ergreifen und Überwältigen von größeren Polychaeten, sowie von Crustaceen wohl nur durch ein Umschlingen der Beute durch die Arme bewerkstelligt werden kann. Dieses Verhalten wurde auch bei anderen Ophiuren, z. B. bei *Ophioglypha albida,* von Möbius und Bütschli[24]), sowie von Uexküll[34]) beobachtet.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. 9/III. Stat. 17. Größe 107 u. 15 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Vereinzelte Schalenfragmente von Peridineen. Würmer: einige Polychaetenborsten und vielfach Weichkörper. Stacheln von Echiniden. Bodenmaterial nur wenig, kaum ein Viertel des Mageninhaltes. *Ova hispida* vereinzelt. Mageninhalt gering.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. II. N. II. Größe 110 u. 9 mm.
Diatomeen: zahlreich. Rotaliden und andere Foraminiferen. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Einzelne Spongiennadeln (?). Polychaetenborsten und Weichkörper (?). 1 kleiner Nematod. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente kleinerer Crustaceen. Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial bildet fast die Hälfte des Mageninhaltes.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. B. 9/III. Stat. 17. Größe 120 u. 15 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: vereinzelt. Vereinzelte Polychaetenborsten. Einige Fragmente von Echiniden. Jugendformen von Lamellibranchiaten *(Tellina?)* vereinzelt. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 03. II. N. II. Größe 63 u. 10 mm.
Diatomeen: vorhanden. Vereinzelt *Textularia* und Rotaliden. Ceratienarme und Fragmente anderer Peridineen. Einige kleine Borsten und Weichkörper von Polychaeten. Einige Fragmente von Echiniden. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt gering. *Melosira.*

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. II. N. II. Größe 72 u. 8 mm.
Außer etwas Bodenmaterial Magen gänzlich leer.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 03. II. N. II. Größe 32 u. 5,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Prorocentrum: vereinzelt. Vereinzelte Nadeln. Vereinzelte Polychaetenborsten. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. II. N. II. Größe 47 u. 7 mm.
Diatomeen: zahlreich, besonders Coscinodiscus. Rotaliden. Würmer: Borsten von Polychaeten und Weichkörper. Zahlreiche Fragmente von kleinen Echinodermen, 1 junger Seeigel. Bodenmaterial ziemlich viel, bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Tintinnenschalen, *Tintinnus accuminatus.*

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 71 u. 12 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: vereinzelt. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Einzelne Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, bildet fast drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 47 u. 8,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: wenige. Würmer: vielfach Weichkörper (?). Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Bodenmaterial ziemlich viel, bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 36 u. 6,5 mm.
Vereinzelte Diatomeen, einige kleine Fragmente von Asteroideen, sowie wenig Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 6. Größe 79 u. 10 mm.
Diatomeen: vorhanden. 1 Kiefer und vielfach Weichkörper von Polychaeten. Sehr zahlreiche kleine Crustaceen (Fragmente). Copepoden z. T. Bodenmaterial nur wenig, kaum ein Viertel des Inhaltes.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 6. Größe 63 u. 10,5 mm.
Außer wenig Bodenmaterial und etwas verdauter Masse Magen leer.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 6. Größe 48 u. 8 mm.
Diatomeen: vorhanden. 1 Kiefer, vereinzelte Borsten und vielfach Weichkörper von Polychaeten. Zahlreiche Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial wenig, kaum ein Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 7. Größe (Arme abgebrochen) 6,5 mm (Scheibe).
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Einige Fragmente, meist Echinidenstacheln. Crustaceen: vereinzelte kleinere Fragmente. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, fast drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 15 u. 16. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 7. Größen 35 u. 6 mm, 30 u. 5 mm. Magen: leer.

Nr. 17. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 7. Größe 26 u. 3,5 mm.
Einige Diatomeen, vereinzelte kleinere Fragmente von Echinodermen, sowie etwas Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 18. Fangzeit und Fangort 06. II. nach N. 14. Größe 15,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Vereinzelte Polychaetenborsten. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Vereinzelte kleine Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Einige Borsten und Beine von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 19. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 13 mm.
Diatomeen: wenige. Würmer: Polychaetenborsten und vielfach Weichkörper. 1 Nematod (Parasit). Einige Fragmente (Beinglieder, Antennen und Borsten) von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 20. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 15 mm.
Wenig Diatomeen, vereinzelte kleine Fragmente (besonders Borsten) von kleinen Crustaceen, sowie etwas Bodenmaterial. Vielfach stark verdauter Weichkörper, event. von Anneliden. Mageninhalt: gering.

Nr. 21. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 11,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Polychaetenborsten und Weichkörper von Polychaeten (?). Echinodermen: einzelne kleine Fragmente. Einige Jugendformen von Lamellibranchiaten. Einige Borsten und Beinfragmente kleinerer Crustaceen. Vereinzelte kleine Algenstückchen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 22. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14 mm.
Vereinzelte Diatomeen, sowie Borsten von Polychaeten und etwas Weichkörper, und etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: gering.

Nr. 23. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14,5 mm.
Diatomeen: wenige. Würmer: zahlreiche Borsten von Polychaeten und vereinzelt Weichkörper, 1 kleiner Nematod? (Parasit). Einzelne kleinere Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Umrindete Cysten.

Nr. 24. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 15 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden: vereinzelt (besonders *Globigerina bulloides*). 1 kleines Fragment von einem Hydroidpolypen. Polychaetenborsten und Weichkörper von Polychaeten. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 25. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14 mm.
Vereinzelte Diatomeen, vereinzelte Rotaliden, einzelne feine Borsten und Weichkörper von Polychaeten, sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: gering.

Nr. 26. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14,5 mm.
Wenige Diatomeen, Rotaliden, einzelne feine Borsten und etwas Weichkörper, event. von Polychaeten, sowie etwas Bodenmaterial. Vielfach unkenntliche Masse.

Nr. 27. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14,5 mm.
Diatomeen: wenige. Würmer: einige Borsten von Polychaeten und Weichkörper. Einige Stacheln von Echiniden. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 28. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 14 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Einzelne Borsten von Polychaeten. Vereinzelte kleine Algenstücke. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 29. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 11,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: vereinzelt. Würmer: Polychaetenborsten, Weichkörper. Crustaceen: mehrfach kleine Fragmente, 1 größerer Copepod (stark verdaut). Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, ca. drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 30. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 12,5 mm.
Einige Diatomeen, wenige Globigerinen, vielfach feine Borsten, vermutlich von Polychaeten, sowie etwas Bodenmaterial. Mageninhalt: gering.

Nr. 31. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 13 mm.
Diatomeen: vorhanden *(Rhizosolenia)*. Würmer: vielfach Polychaetenborsten und Weichkörper. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 32. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 13,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: Borsten von Polychaeten und Weichkörper. Echinodermen: zahlreiche Fragmente, z. T. von einem kleinen Seestern. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten (Cardium) vereinzelt. Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des gesamten Mageninhaltes.

Nr. 33. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 13,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Würmer: einzelne feine Haarborsten, event. von Polychaeten. Einige Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 34. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 12,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Foraminiferen: vereinzelte Fragmente. Rotaliden. Ceratienarme, Schalenfragmente von Peridineen. Würmer: vereinzelte feine Haarborsten, event. von Polychaeten. Einige Echinodermenfragmente. Bodenmaterial in großer Menge, über drei Viertel des Mageninhaltes.

Nr. 35. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 14. Größe 11,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Würmer: einige Borsten und Weichkörper, event. von Polychaeten. Einige Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, über drei Viertel des Mageninhaltes.

Ophiopholis aculeata (O. F. Müller).

Von *Ophiopholis aculeata* standen mir 10 Tiere für die Untersuchung des Mageninhaltes zur Verfügung. Bei 2 Exemplaren war der Magen leer, bei einem dritten fand sich außer etwas Bodenmaterial nur verdaute, dickflüssige, unbestimmbare Masse. Bei den übrigen Tieren war der Magen mit Nahrungsresten gefüllt. Die Fundorte dieser Ophiopholis liegen in der Nordsee. Ihre Größe betrug 9—22,5 mm Scheibendurchmesser. Nach den angestellten Untersuchungen kommen als Hauptnahrung wiederum die Würmer in Betracht. Große Stücke von Weichkörper mit zahlreichen Borsten von Polychaeten, sowie Segmente und Parapodien dieser Tiere konnte ich feststellen. Daneben fanden sich zahlreiche einzelne Borsten oft zu Klumpen zusammengeballt, von denen der Weichkörper bereits verdaut war. Röhren oder Fragmente derselben habe ich niemals beobachten können, so daß nur die freilebenden Polychaeten diesem Schlangenstern als Nahrung zu dienen scheinen. In zweiter Linie kommen für die Ernährung die Crustaceen in Frage. Sie finden sich in größeren oder kleineren Mengen stets. Zahlreiche Fragmente, wie Antennen, Furcae, Beine und einzelne Segmente, jedoch immer nur von kleineren Crustaceen, fand ich auf; bisweilen wurden Copepoden im Magen angetroffen. Stücke von größeren Krebsen habe ich nicht gefunden. Mollusken sind im Magen dieser Ophiopholis ebenfalls häufig; Schalenfragmente und Jugendformen von Lamellibranchiaten ließen sich nachweisen. Echinodermen scheinen selten und in sehr geringem Maße als Nahrung zu dienen. Ich habe nur in 2 Fällen Schalenfragmente und Stacheln von jungen Seeigeln auffinden können. Coelenteraten zeigten sich nicht, ebenso fehlten Algenstücke. Rhizopoden waren meistenteils in beträchtlicher Anzahl vertreten, Rotaliden und Textulariden waren am häufigsten. Ebenso fanden sich Diatomeen in ziemlicher Menge. Dinophysis und Peridinium, sowie Bruchstücke von Ceratien seien erwähnt; letztere treten oft in ganz bedeutenden Mengen auf. Auch fand ich einige Tintinnopsis, *Tintinnus accuminatus,* sowie mehrfach Eier, wahrscheinlich von Crustaceen. Unkenntliche, verdaute Masse war im Magen eines Tieres vorhanden. Bodenmaterial wird sehr reichlich aufgenommen, so daß es ungefähr drei Viertel des Gesamtinhaltes bildet. Bei Petersen[27]) finden wir eine Bemerkung über den Befund des Mageninhaltes von *Ophiopholis aculeata:*

„Im Magen wurden Diatomeen, Peridineen, Pflanzenzellen etc., aber niemals Bodenmaterial gefunden". Diese letztere Behauptung steht mit meinen Angaben im völligen Widerspruch, denn ich habe niemals den Magen eines Tieres ohne reichlich Bodenmaterial angetroffen.

Als Resultat der angestellten Untersuchungen ergibt sich als Nahrung für *Ophiopholis aculeata* in erster Linie Polychaeten, in zweiter Linie Crustaceen und Mollusken, denen sich Echinodermen zugesellen. Bodenmaterial findet sich reichlich im Magen. *Ophiopholis aculeata* ernährt sich von tierischer Kost, sie führt eine räuberische Lebensweise.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 48 u. 11 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Textularia*. Dinophysis, Ceratienarme und Fragmente sonstiger Peridineen. Zahlreiche Fragmente (Borsten, Ruderfüßchen, Weichkörper) von Polychaeten. Echinodermen: einige kleinere Fragmente (meist von Echiniden). Schalenfragmente von kleinen Lamellibranchiaten. Einige Fragmente von kleineren Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. *Tintinnus accuminatus*. Tintinnopsis.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 62 u. 9 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Textularia*. Peridinium, Schalenfragmente anderer Peridineen. Schalenfragmente kleiner Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente (Antennen, Beine, Furcae etc.) kleiner Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. *Ova*.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 33. Größe 73 u. 22,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Wenige Rotaliden. Ceratienarme, Peridinium, Dinophysis. Würmer: Weichkörper und vereinzelte Borsten, event. von Polychaeten. Kleine Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. *Ova*.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 33. Größe 52 u. 11,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Peridinium: vereinzelt. Einige Fragmente kleinerer Crustaceen. Ein kleiner Copepod. Bodenmaterial in geringer Menge, kaum ein Viertel des Mageninhaltes. Mageninhalt: gering. *Melosira*. Unkenntliche Masse.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 33. Größe 65 u. 10 mm. Außer Bodenmaterial in ganz geringer Menge Magen leer.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 75 u. 13,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Peridinium: vereinzelt. Zahlreiche Fragmente (Borsten, Weichkörper etc.) von Polychaeten. Schalenfragmente von jungen Lamellibranchiaten vereinzelt. Vielfach Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, über drei Viertel des Mageninhaltes. *Tintinnus accuminatus*.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 43 u. 11 mm.
Diatomeen: vorhanden *(Rhizosolenia)*. Rotaliden, *Textularia*. Peridinium: vereinzelt. Würmer: vielfach Weichkörper und Borsten event. von Polychaeten. Echinodermen: vereinzelte kleine Fragmente. Jugendformen von Lamellibranchiaten. Vielfach Fragmente kleinerer Crustaceen. Bodenmaterial ziemlich viel, ca. drei Viertel des Mageninhaltes. *Ova*.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe: 57 u. 10 mm. Magen: leer.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 48 u. 9,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Sehr zahlreich Ceratienarme und Fragmente anderer Peridineen. Würmer: etwas Weichkörper und einzelne kleine Borsten, event. von kleinen Polychaeten. Bodenmaterial in geringer Menge, kaum ein Viertel des Mageninhaltes. *Ova*. *Tintinnus accuminatus*. Mageninhalt: gering.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 02. III. N. 11. Größe 78 u. 11 mm. Magen: leer.

Zum Schluß führe ich noch einige Angaben über die Nahrung von solchen Ophiuren, welche ich selbst nicht untersuchen konnte, aus der Literatur an. Über den Befund des Mageninhaltes von ***Ophioglypha robusta*** schreibt Petersen[27]: „Im Magen eines Exemplares von Hellebaek fand ich eine grünliche Masse". Derselbe Autor berichtet von ***Ophiocoma nigra:*** „In ihrem Magen habe ich niemals Bodenmaterial gesehen, aber meistens Pflanzenreste". Cuénot[4]) fand im Magen von *Amphiura squamata* kleine Krebse (Decapoden?).

Über die Art und Weise, in welcher von den Ophiuren die Nahrungsteile in den Mund geführt werden, habe ich bereits bei *Ophioglypha albida* und ferner bei *Ophiothrix fragilis* Beobachtungen angeführt. Hier seien noch einige Aufzeichnungen von Uexküll [34]) erwähnt: „Die Schlangensterne", so schreibt dieser Autor, „sind sehr gefräßig; man muß sie durchschnittlich jeden dritten Tag mit Fischstücken füttern, um sie bei vollem Wohlsein zu erhalten. Sobald die Witterung der Nahrung den Schlangenstern erreicht hat, beginnt er mit der nächstgelegenen Armspitze zu wedeln, dann wölbt er seinen Mittelkörper hoch auf, und mit einem Sprung begibt er sich auf die Jagd. Stürzen sich mehrere gleichzeitig auf dasselbe Fleischstück, so suchen sie es sich gegenseitig zu entreißen und in den weitklaffenden Mund zu schieben. Auf die Magenschleimhaut gestreute kleine Sandkörner werden durch die Bewegung der Magenwände nach dem Munde gebracht und durch eifriges Auf- und Abklappen der Tentakeln entfernt". Diese Angaben sprechen also auch wieder für eine Ernährung durch Fleischkost und zeigen durch die gegenseitige Bekämpfung, sowie durch das Verhalten beim Erfassen der Beute den räuberischen Charakter der Ophiuren. In diesem Sinne ist auch eine bei Möbius und Bütschli [24]) stehende Bemerkung aufzufassen: „Ophiuren fressen lebende und tote Tiere". — Ähnliche Angaben finden sich bei Ludwig und Hamann [2]): „Schlangensterne ernähren sich von lebenden und toten Tieren, wie kleinen Würmern, Muscheln, der Rinde von Hornkorallen usw." Hesse [7]) spricht über die Nahrung der Schlangensterne folgendermaßen: Er habe Ophiuren gierig an Kalksubstanzen nagend, auf Lithotamniumrasen und ruinierten Austernbänken beobachtet. Dort sollen sie auch hauptsächlich in riesigen Mengen vorkommen.

Über Lebensweise und Vorkommen der Ophiuren finden sich Angaben bei Ludwig und Hamann [2]): „Die Schlangensterne führen nach Graeffe's [12]) Beobachtungen mittelst eines der Arme, den sie wie einen Elefantenrüssel um den Bissen herumbogen, denselben zu dem unter der Scheibe gelegenen Munde, wo er von den Zähnen erfaßt wird. Ophiuren leben in Zosterawiesen oder Algenmassen des seichteren Wassers, oder an den felsigen Ufern dieser Region, auf Schlick- und Schlammgrund größerer Tiefen, oder Geröllbänken, oder unter Steinen in der Nähe der Küste. Nach Mitsukuri und Hara graben sich Amphiuriden in den Sand ein, so daß nur ein oder zwei Arme hervorragen".

Die von mir untersuchten Arten stammen aus der Ostsee und Nordsee, von Sandboden, Schlickgrund und Riffgrund. Die Tiefe der Fundorte ist sehr verschieden, sie schwankt zwischen 8 und 300 m. Im Durchschnitt war bei den verarbeiteten Tieren der Magen mit Nahrungsresten gefüllt. Nur bei einem Fünftel aller Exemplare war er leer. Doch kommen auch bei Ophiuren Ausnahmen vor, wie *Ophioglypha Sarsi* beweist, bei welcher von 27 Individuen 24 keinen Mageninhalt besaßen.

Über die Nahrung der Ophiuren sind die Ansichten verschieden. Teilweise wird Pflanzenkost (Algen) angenommen, teilweise wird tierische Nahrung genannt. Meine durch die Untersuchungen des Mageninhaltes gewonnenen Resultate sind für alle Ophiuren in der Hauptsache übereinstimmend. Sie zeigen für alle Tiere, mögen sie aus der Nord- oder Ostsee, von Sand-, Schlick- oder Riffgrund, aus größeren oder geringeren Tiefen stammen, stets dasselbe Bild.

Um einen einheitlichen Überblick zu schaffen, stelle ich die erreichten Befunde zusammen.

Ophioglypha albida: Hauptnahrung: 1. Würmer (besonders freilebende Polychaeten), 2. Crustaceen, 3. Echinodermen; seltener kommen vor: 4. Mollusken, 5. Pflanzen, 6. Coelenteraten, 7. Rhizopoden. Bodenmaterial: 75 Prozent des Gesamtinhaltes.

Ophioglypha Sarsi: Hauptnahrung: 1. Polychaeten, 2. Crustaceen. Bodenmaterial: 75 Prozent des Gesamtinhaltes.

Ophioglypha texturata: Hauptnahrung: 1. Polychaeten, 2. Crustaceen, seltener: 3. Echinodermen, 4. Mollusken, vereinzelt: 5. Rhizopoden, 6. Coelenteraten, 7. größere Algen. Bodenmaterial: 75 Prozent des Gesamtinhaltes.

(Ophioglypha robusta): Nach Angaben von Petersen: grünliche Masse.

Amphiura Chiajei: Hauptnahrung: 1. Würmer, 2. größere Algen, selten: 3. Mollusken, 4. Echinodermen, 5. Crustaceen, 6. Rhizopoden. Bodenmaterial: 75 Prozent.

Amphiura filiformis: Hauptnahrung: 1. Würmer (freilebende Polychaeten), 2. Echinodermen, seltener: 3. Algen, vereinzelt: 4. Mollusken, 5. Crustaceen. Bodenmaterial: 75 Prozent.

(Amphiura squamata): Nach den Angaben von Cuénot: kleine Crustaceen (Decapoden?).
Ophiothrix fragilis: Hauptnahrung: 1. Polychaeten (freilebende), seltener: 2. Crustaceen, 3. Echinodermen, vereinzelt: 4. Mollusken, 5. Coelenteraten, 6. größere Algen. Bodenmaterial: 75 Prozent.
Ophiopholis aculeata: Hauptnahrung: 1. Polychaeten, seltener: 2. Crustaceen, 3. Mollusken, vereinzelt: 4. Echinodermen. Bodenmaterial: 75 Prozent.
(Ophiocoma nigra): Nach den Angaben von Petersen: Pflanzenreste, kein Bodenmaterial.

In dieser Tabelle habe ich die Nahrungsbestandteile nach Wichtigkeit und Menge aufgeführt. Für die in Parenthese gestellten Ophiuren habe ich eigene Untersuchungen nicht angestellt, sondern nur Aufzeichnungen aus der Literatur angeben können. Mit Sicherheit geht hervor, daß alle Ophiuren, soweit es sich um genauer untersuchte Arten handelt, von tierischer Kost sich ernähren und ein räuberisches Leben führen. Als Hauptnahrung kommen die Würmer in Betracht, und zwar freilebende Polychaeten. In zweiter Linie handelt es sich um Crustaceen, welche für 6 Arten neben den Würmern als Hauptnahrung angesehen werden müssen. Die Schlangensterne sind wohl imstande, sich solcher Tiere wie Polychaeten und Crustaceen, obwohl diese viel beweglicher sind, zu bemächtigen und die Beute aufzufressen.

Bei einer Art, nämlich *Amphiura Chiajei,* sind als zweites Nahrungsobjekt die Algen zu nennen; diese sind, außer bei dieser Art, bei *Amphiura filiformis* und *Ophiocoma nigra* von größerer Bedeutung. Echinodermen treten in größerer Masse bei *Amphiura filiformis* auf, sonst kommen Echinodermenfragmente bei den Ophiuren in geringerem Grade für die Ernährung in Betracht.

Bodenmaterial habe ich bei den von mir untersuchten Arten immer gefunden; es bildete ca. drei Viertel des Mageninhaltes. Eine Ausnahme scheint *Ophiocoma nigra* zu bilden, von welcher Petersen[27]) behauptet, kein Bodenmaterial in ihrem Magen gefunden zu haben. Alle übrigen Gruppen der wirbellosen Meerestiere sind im Magen der Ophiuren selten. Am häufigsten findet man noch die Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Rhizopoden, Spongien und Hydroiden fand ich vereinzelt. Dasselbe gilt unter Berücksichtigung der wenigen oben angeführten Ausnahmen von den größeren Algen. Demnach ließe sich für die Ophiurennahrung folgende Tabelle der Nahrungsbestandteile aufstellen:

Hauptnahrung: a) Stets vertreten: Würmer, b) häufig: Crustaceen, bisweilen ersetzt durch: c) größere Algen.

Gelegentlich auftretende Nahrungsreste: d) Echinodermen, e) selten: Mollusken, f) vereinzelt: Coelenteraten und Rhizopoden. Bodenmaterial: ca. 75 Prozent.

III. Echinoideen.

A. Regulares.

Echinus miliaris (Leske).

Meine Untersuchungen über die Nahrung von *Echinus miliaris* erstrecken sich auf 11 Exemplare, deren Darm in allen Fällen mehr oder minder reichlich mit Nahrungsbestandteilen gefüllt war. Die Fundorte der bearbeiteten Tiere liegen sämtlich in der Nordsee. Ihre Größe erstreckte sich von 17 bis 48 mm. Auf Grund der angestellten Untersuchungen bilden die Coelenteraten und Würmer den Hauptbestandteil des Darminhaltes. Trotz der recht verschiedenen Fundorte fehlten Vertreter dieser Tiere niemals; außer in zwei Fällen, in denen sie sich nur in geringer Menge nachweisen lassen, bilden die Coelenteraten stets einen überwiegend großen Bestandteil der aufgenommenen Nahrung. In erster Linie werden Hydroidpolypen *(Campanularia* und *Obelia)* von dem *Echinus miliaris* in großer Menge gefressen. Sie füllen in Stückchen von 2 bis 3 mm Länge oft weite Strecken des Darmes an. Erwähnt sei noch, daß diese Stückchen häufig mit Bryozoen besetzt sind und dadurch für den Seeigel einen doppelten Nahrungswert repräsentieren. Neben den Hydroidpolypen finden sich in einigen Fällen Schwammstückchen und Nadeln von *Esperia* sowie andere Schwämme. Den zweiten Hauptbestandteil der Nahrung dieses Seeigels bilden die Würmer. Auch sie fehlen bei keinem der 11 untersuchten Tiere. Zwar finden sich ihre Reste bei zwei Exemplaren, bei denen

überhaupt nur ein geringer Inhalt des Darmes zu konstatieren war, in wenigen Bruchstücken von Röhren oder einigen Fragmenten von *Membranipora;* sonst aber treten die Würmer den Coelenteraten in gleich großer Menge an die Seite. Polychaeten, sowohl freilebende wie röhrenbewohnende Formen, Weichkörper und zahlreiche Borsten trifft man neben den Röhren von Serpuliden, Spirorbisschalen sowie Bryozoenfragmenten. Große Stücke von *Membranipora* fand ich häufig. Den genannten Tieren schließen sich Echinodermen und Crustaceen an. Das Vorkommen von Echinodermenresten zwischen dem Darminhalt ist unregelmäßig. In einem Tier fehlen sie völlig, bei mehreren anderen kommen sie so spärlich vor, daß die zufällige Aufnahme in den Darm zugleich mit dem gerade hier reichlich vorhandenen Bodenmaterial wahrscheinlich ist; hingegen treten sie bei vielen Exemplaren dieses Seeigels so massenhaft auf, daß sie die Hauptmasse der Nahrung der Tiere bilden. Besonders zahlreiche Fragmente, wie Stacheln, Pedicellarien und Kalkplatten von Asteriden und Ophiuren, sowie Schalenstücke kleiner Seeigel finden sich. Einen weniger bedeutenden Bestandteil des Darminhaltes bilden die Crustaceen. Reste dieser Tiere fehlen in 6 Exemplaren und finden sich in 6 anderen in geringer Menge. Im Darm von 4 Tieren dagegen waren sie wieder reichlich vertreten. Es zeigten sich vielfach Copepoden, einzelne Segmente, Thorax, Abdomen, zahlreiche Beine, Borsten und Antennen von kleineren Crustaceen, sowie eine Schere und ein Segment mit einem Bein von ziemlich großen Crustaceen. In einem Exemplar konnte ich einen Gammarus feststellen. Schließlich kommen als Nahrung für den *Echinus miliaris* die Rhizopoden in Betracht. Sie finden sich je nach dem vorhandenen Bodenmaterial in größerer oder geringerer Menge, fehlen jedoch niemals. Rotaliden finden sich zahlreich, daneben *Nodulina, Textularia* und Schalenbruchstücke, welche von Rhizopoden herrührten. Mollusken werden, soweit es sich aus der Untersuchung des Darminhaltes ergibt, wenig gefressen. Bei 4 Exemplaren fehlten sie, bei 5 Tieren fanden sich einige wenige Fragmente und nur bei 2 Exemplaren bildeten die Mollusken einen wesentlichen Bestandteil des Darminhaltes. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, einige Cardium, sowie einzelne Pteropodenschalen *(Limacina)* ließen sich ermitteln. Bisweilen zeigten sich vereinzelte kleine Algenstückchen. Diatomeenschalen waren zwischen dem Darminhalt zerstreut. Bodenmaterial wird meistenteils in ziemlich großer Menge in den Darm aufgenommen, so daß es ca. drei Viertel des gesamten Darminhaltes ausmacht. Zum Schluß sei noch das Vorhandensein von einigen Ascidien, wahrscheinlich *Cynthia,* im Darm dieses Seeigels erwähnt, sowie das gelegentliche Auftreten von Tintinnopsis und einigen Copepodeneiern.

In der Literatur finden wir Angaben über die Nahrung des *Echinus miliaris* bei Petersen[27]): „Im Darm habe ich Sand, Kalktrümmer, Pflanzenteile und Diatomeen gefunden". Ferner schreiben Meißner und Collin[22]) in ihrer Arbeit über Echinodermen: „Das Fehlen des *Echinus miliaris* bei Station 217, wo der Journalauszug „Austern und dazugehörige Fauna" bemerkt, ist interessant. Sonst ist *Echinus miliaris* gerade derjenige Vertreter der Echinodermen, der auf Austernbänken selten zu fehlen pflegt". Dazu findet sich eine Aufzeichnung in dem Werk von Hesse[17]): „Note sur les motifs qui déterminent les oursins à se creuser dans les rochers des réduits dans lesquels ils se logent", daß Verfasser *Echinus lividus* und *Echinus miliaris* beobachtete, welche sich beide in Austernschalen eingebohrt hatten und in deren Darm außer Kalk Seegras und Reste von animalischer Nahrung gefunden wurden. — Da ich nun in fast allen untersuchten Exemplaren stets eine nicht mehr bestimmbare, weiche, fast zähflüssige Masse fand, welche einen großen Bestandteil des Darminhaltes zu bilden pflegte und welche ich für den in den Darm aufgenommenen Weichkörper von größeren Mollusken halte, so glaube ich hierdurch annehmen zu dürfen, daß *Echinus miliaris* größere Muscheln anbohrt, diese ihm zur Nahrung dienen und so die Mollusken für den *Echinus miliaris* dennoch eine Hauptnahrung bilden, jedenfalls in viel höherem Grade, als nach dem Befund von Schalenfragmenten zwischen dem Darminhalt angenommen werden kann.

Auf Grund der angeführten Befunde ergibt sich über die Nahrung des *Echinus miliaris* folgendes: Die Hauptbestandteile des Darminhaltes bilden Coelenteraten, vor allem Hydroidpolypen, und Würmer; daneben finden sich häufig Echinodermen- und Crustaceenfragmente. Rhizopoden sind zahlreich vorhanden; Mollusken lassen sich nur selten nachweisen, da ihre Schalen nicht mit in den Darm aufgenommen werden, kommen aber trotzdem wahrscheinlich im hohen Grade für die Ernährung dieses Seeigels in Betracht. Ascidien wurden vereinzelt gefunden, Bodenmaterial wird in großer Menge in den Darm eingeführt.

Echinus miliaris ernährt sich von tierischer Kost und führt eine räuberische Lebensweise.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort*) 03. B. VII. Stat. 67. Größe**) 19 mm.
Diatomeen: vorhanden (*Rhizosolenia,* Coscinodiscus). Rotaliden. Fragmente von Peridineen. Ceratien. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Campanularia).* Weichkörper mit Borsten von Polychaeten häufig. Zahlreiche Fragmente von Echinoideen, Ophiuren und Asteroideen (Pedicellarien, Stacheln, Kalkeinlagerungen). Crustaceen: zahlreiche Fragmente (Beine, Borsten, Antennen), 1 Copepod. Bodenmaterial bildet ca. ein Achtel des Darminhaltes.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 67. Größe 19 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, *Nodulina.* Coelenteraten: sehr zahlreiche Hydroidpolypen *(Obelia),* Nadeln und Schwammstücke (2 *Esperia*). Zahlreiche Bryozoenstücke *(Membranipora).* Sehr zahlreiche Fragmente (Pedicellarien, Stacheln, Kalkplatten) von Echinoideen, Asteroideen und Ophiuren. Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Darminhaltes. Die Hauptbestandteile des Darminhaltes waren Hydroiden.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 70. Größe 17,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. *Textularia,* Rotaliden. *Distephanus speculum.* Hydroidpolypen ziemlich zahlreich, Schwammstücke und Nadeln von *Esperia.* Würmer: Fragmente von Wurmröhren *(Pectinaria).* 2 Spirorbis, Weichkörper, zahlreiche Bryozoenstücke *(Membranipora).* Vielfach Reste von kleinen Echinodermen. Einige Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Einzelne Fragmente kleiner Krebse. Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Darminhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 70. Größe 17 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, *Nodulina. Distephanus speculum,* Fragmente von Peridineenschalen, Ceratienarme. Spongiennadeln, Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia).* Vereinzelte Fragmente kleiner Wurmröhren. Fragmente von Echinoideen. Bruchstücke kleiner Lamellibranchiaten. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial bildet fast die Hälfte des Darminhaltes.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 21,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, vielfach *Rhizosolenia* und Coscinodiscus. Rotaliden. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia).* Vielfach Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Einige Fragmente von Echinoideen. Vereinzelte Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Vereinzelte Fragmente kleiner Crustaceen, 1 Fragment einer größeren Crustacee. Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial in großer Menge fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 3—4. Größe 48 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Nodulina,* Rotaliden. Coelenteraten: sehr zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia),* mehrere Schwammstückchen. Sehr zahlreiche Bryozoenstücke *(Membranipora),* vereinzelt Weichkörper von Polychaeten. Echinodermen: vielfach Fragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, einige Pteropodenschalen *(Limacina).* Crustaceen: zahlreiche Fragmente, 1 Copepod. Einige Algenstückchen. Bodenmaterial bildet fast die Hälfte des Darminhaltes. Umrindete Cysten. Hydroidpolypen und Bryozoen bilden den Hauptbestandteil des Darminhaltes.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 68. Größe 39 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, Miliolinіden. Coelenteraten: einige kleine Fragmente von Hydroidpolypen. Vielfach Weichkörper und Borsten von Polychaeten (Parapodien). Echinodermen: einige kleine Fragmente. Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten, Cardium. Zahlreiche Fragmente (Borsten, Beine, Antennen) von kleinen Crustaceen, 1 Copepod, eine Schere einer größeren Crustacee. Bodenmaterial bildet über drei Viertel des Darminhaltes. Tintinnopsis, 1 Ascidie *(Cynthia).*

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 7. Größe 24 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Nodulina, Textularia.* Coelenteraten: sehr zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia).* Zahlreiche Bryozoenstücke *(Membranipora),* Weichkörper und

*) Siehe Verzeichnis der Fundorte.
**) Die Größe der Seeigel ist der größte Schalendurchmesser.

Borsten kleiner Polychaeten. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente kleiner Krebse, 1 Copepod, Segment und Beine einer größeren Crustacee. Bodenmaterial ca. ein Viertel des Darminhaltes. Einige Ascidien *(Cynthia?)*.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 72. Größe 18,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, Bruchstücke anderer Foraminiferen. Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia)*, Schwammstückchen. Würmer: vielfach Weichkörper, einige feine Röhren von Serpuliden, 1 Spirorbis. Stacheln von Echinoideen. Crustaceen: einige Chitinstückchen. Bodenmaterial: drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 70. Größe 18,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Sehr zahlreiche Hydroidpolypen *(Obelia)*. Einige Bryozoenfragmente *(Membranipora)*. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Vereinzelte Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Fragmente kleiner Krebse. 1 Gammarus (?). Vereinzelte Algenstückchen. Bodenmaterial fast drei Viertel des Darminhaltes. Cysten, Tintinnopsis.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 17. Größe 25 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Sehr zahlreiche Hydroidpolypen *(Obelia*, meistenteils besetzt mit *Membranipora)*. Sehr zahlreiche Bryozoenstücke (meistenteils *Membranipora* auf *Obelia*), 1 Spirorbis. Echinodermen: vereinzelte Reste. Fragmente kleiner Krebse, 1 Copepod. Vereinzelte Algenstücke. Bodenmaterial bildet fast drei Viertel des ganzen Darminhaltes. Cysten.

Echinus norvegicus (Düb. u. Kor.).

Die Nahrungsuntersuchungen von *Echinus norvegicus* erstreckten sich auf 30 Exemplare. Alle bearbeiteten Tiere stammten aus der Nordsee, ihre Größe liegt zwischen 10 und 19,5 mm. Der Darm war bei der Mehrzahl mit Nahrungsbestandteilen wohl gefüllt, nur bei wenigen war der Darminhalt gering, und nur bei einem einzigen Individuum war der Darm völlig leer (Nr. 25). Entsprechend den verschiedenen Fangzeiten und Fangorten ist die Nahrung recht mannigfaltig, trotzdem lassen sich die Ergebnisse zu einem einheitlichen Gesamtbild der Nahrung des *Echinus norvegicus* zusammenfassen.

Als hauptsächlichsten Bestandteil der Nahrung dieses Seeigels möchte ich die Crustaceen anführen. Diese Tiere pflegen fast ausnahmslos in dem Darm vorhanden zu sein. Zwar ist die Menge der Crustaceenreste verschieden, aber nur bei einem Exemplar fehlten sie. Entweder liegen Beine, Antennen, Segmente vereinzelt zwischen der Nahrung verstreut, oder es sind diese Fragmente zu Haufen zusammengeballt. Zahlreiche Copepoden habe ich im Darm dieses Seeigels gefunden. Bei einem Exemplar fand ich vier *Cuma Rathkei*, bei einem anderen Bruchstücke eines größeren Amphipoden. Den zweiten Hauptbestandteil der Nahrung dieses Seeigels bilden die Foraminiferen. Sie kommen bei allen Exemplaren in großer Menge vor, oft sogar so zahlreich, daß sie den vorherrschenden Charakter der Nahrungsmasse bilden. Obgleich Bodenmaterial im Darm des *Echinus norvegicus* sich in großer Menge befindet, so glaube ich doch nicht an ein zufälliges Aufnehmen der Foraminiferennahrung zugleich mit dem Bodenmaterial; einmal wegen der großen Menge dieser Tiere und ferner, weil es sich meist um recht große Exemplare handelt, welche häufig durch den Kauapparat des Seeigels zertrümmert worden sind. In erster Linie dienen Rotaliden und *Rhabdammina* dem Echinus zur Nahrung. Ferner fand ich *Nodulina, Psammosphaera,* Rheophax, *Textularia,* Miliolinіden, *Lagena* und *Nodosaria*.

An dritter Stelle sind Mollusken zu erwähnen. Die Schalen dieser Tiere sind durch den Kauapparat des Seeigels zertrümmert, so daß es nur in wenigen Fällen möglich war, die Arten festzustellen. Bei einigen Untersuchungen wurden *Tellina,* Cardium, *Arca* und *Hydrobia* gefunden. In zwei untersuchten Exemplaren ermittelte ich Pteropodenschalen, wahrscheinlich *Limacina*. Bei 7 Tieren fehlten Mollusken oder deren Fragmente.

Die folgenden Nahrungsbestandteile, Coelenteraten, Würmer und Echinodermen, kommen bei den einzelnen Tieren in geringer Menge vor oder fehlen. Die wichtigsten von ihnen sind die Coelenteraten und zwar hauptsächlich Spongien und Hydroidpolypen. Schwammstücke mit oder ohne Nadeln finden sich zuweilen in großer Menge. Bei 7 Exemplaren fand ich Spongienstücke und Nadeln zahlreich, bei 10 Individuen waren sie in geringerer Menge vorhanden. Hydroidpolypen, in den meisten Fällen *Sertularia,* zeigten sich

in großer Masse bei 3 Tieren, in geringerer Menge ebenfalls bei 3 Exemplaren, im übrigen fehlten sie. Würmer oder ihre Fragmente kommen in der Nahrung des *Echinus norvegicus* zuweilen vor. Bei 14 Tieren, also fast der Hälfte des Untersuchungsmateriales, finden sich keine Würmer. Von den übrigbleibenden Tieren konnte ich bei 5 Exemplaren Bryozoenfragmente, kleinere Stücke von *Membranipora,* in geringerer Menge feststellen. In einem Darm fand ich eine Spirorbis, in drei anderen Stücke von Wurmröhren und vereinzelte Borsten, in 4 Fällen konnte ich geringe Mengen Weichkörper und Borsten von Würmern konstatieren. Bei zwei Exemplaren bildeten die Wurmreste einen Hauptbestandteil des Darminhaltes. Echinodermenreste fehlen bei zahlreichen Exemplaren. Bei anderen kommen sie in geringer Menge vor, so daß sie zufällig mit dem Bodenmaterial, in dem man in der ganzen Nordsee sehr häufig einzelne Echinodermenfragmente, in erster Linie Seeigelstacheln, findet, in den Darm gelangt sind. In zwei Fällen fand ich im Darm des untersuchten Tieres neben mehrfachen Fragmenten von Echinodermen mehrere Ophiurenarme, in einem anderen Tiere ein Stück Weichkörper mit Kalkgebilden von Holothurien, und bei einem dritten Exemplar zeigten sich im Darm zahlreiche Fragmente sehr kleiner Seeigel. Diatomeen kommen in allen Fällen vor. Coscinodiscus, *Navicula* sind die häufigsten, daneben zeigen sich oft *Rhizosolenia,* Chaetoceras und *Pleurosigma.* Vereinzelt fand ich *Dinophysis acuta, Distephanus speculum* und *Coccosphaera.* In größerer Menge kommen nur Peridineenfragmente vor, Ceratienarme oft in starker Anzahl. Ein nicht zu unterschätzendes Nahrungsmittel bilden die Meeresalgen. Völlig fehlten sie bei 4 Individuen, bei 6 Exemplaren kamen vereinzelte kleine Stückchen vor, während bei den übrigen Algenfragmente oft in großen und zahlreichen Stücken vorkamen.

Bodenmaterial wird in ziemlicher Menge in den Darm aufgenommen und bildet durchschnittlich drei Viertel des Darminhaltes.

Nach diesen Untersuchungen möchte ich den *Echinus norvegicus* als einen räuberisch lebenden, von tierischer Kost hauptsächlich sich nährenden Seeigel bezeichnen. In erster Linie kommen als Beutetiere die Crustaceen in Betracht. Daß es dem Seeigel möglich ist, diese viel schnelleren und beweglicheren Tiere zu ergreifen, wird aus mehrfachen Beobachtungen verschiedener Forscher bekannt. Ich führe diese später an. Einen zweiten Bestandteil der Nahrung bilden die Foraminiferen. An dritter Stelle stehen die Mollusken, dann folgen in ziemlich gleicher Beteiligung an der Zusammensetzung der Nahrung die Algen, Coelenteraten, Würmer und Echinodermen. Die ganze Nahrung ist reichlich mit Bodenmaterial, in dem sich Diatomeen und Flagellaten befinden, durchsetzt.

In der Literatur fand ich nur eine kurze Angabe von Petersen[27]): „In 4 Exemplaren, welche ich untersuchte, fand ich Bodenmaterial mit Foraminiferen und eine Cumacee. Der mittlere Teil des Darmes war bei einigen mit fast unvermischtem Bodenmaterial gefüllt".

Zum Schluß möchte ich noch das Vorkommen von Parasiten im Darm dieses Echinus erwähnen. Ich fand in 3 Exemplaren je einen Nematoden, welcher im Darmlumen schmarotzte.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 9. Größe 27 mm.

Diatomeen: häufig, besonders Coscinodiscus. Rhizopoden: zahlreich. Rotaliden, *Lagena, Rhabdammina, Psammosphaera* und andere Foraminiferen. *Distephanus speculum* vereinzelt. Einige Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia?).* Bryozoenfragmente vereinzelt. Einzelne Echinoideenstacheln und Fragmente mit Kalkgebilden. 2 sehr kleine *Tellina.* Wenige Fragmente von kleinen Crustaceen, einzelne Chitinreste. Algenstücke: vereinzelt. Bodenmaterial fast die Hälfte des Darminhaltes. Einzelne Cysten *(Ova hispida).*

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 9. Größe 44,5 mm.

Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. *Nodulina,* Rotaliden, *Rhabdammina* und andere Foraminiferen. Einige Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia?).* Mehrere Bryozoenfragmente *(Membranipora?).* Zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen, 2 Copepoden, 4 *Cuma Rathkei.* Fragmente von Cumaceen. Algenstückchen (Fragmente von *Zostera?*). Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 9. Größe 39 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Rotaliden, *Rhabdammina* und andere Foraminiferen. Hydroidpolypen ziemlich häufig *(Sertularia* und *Obelia)*. 1 kleine Spirorbis. Einzelne Fragmente von Echinoideen. Wenige Schalenstückchen von Lamellibranchiaten. Crustaceen: einzelne Fragmente. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 12,5 mm.
Diatomeen: sehr vereinzelt. Rotaliden, *Nodosaria (?)*. Ceratien, *Dinophysis acuta*. Schalenfragmente von Peridineen. Schwammstücke und Nadeln *(Esperia?)*. Polychaetenborsten und Weichkörper. Echinoideenstacheln. Vereinzelte Schalenstücke von Lamellibranchiaten. Einige Antennen und Beine von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes. Tintinnus.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 13 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Rotaliden. Fragmente von Peridineenschalen. Coelenteraten: zahlreiche Nadeln und Schwammstücke (z. T. *Esperia)*. Einige Polychaetenborsten. Echinodermen: einige Fragmente, Echinoideenstacheln und Kalkeinlagerungen. Fragmente von kleinen Lamellibranchiaten, 1 *Tellina*. Antennen und andere Fragmente kleiner Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 35. Größe 11 mm.
Diatomeen: wenige. Rotaliden, Nodosarien und einige andere Foraminiferen. Ceratienarme und Fragmente anderer Peridineenschalen. Würmer: einige Polychaetenborsten und vielfach Weichkörper. Echinoideenstacheln. Einzelne Trümmer von jungen Lamellibranchiaten. Crustaceen: einzelne Fragmente. Bodenmaterial fast drei Viertel des Darminhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 25 mm.
Diatomeen: wenige. Rotaliden: zahlreich, *Nodulina* und Miliolíniden. Fragmente von Peridineenschalen. Coelenteraten: zahlreiche Nadeln und Schwammstückchen (z. T. *Esperia*). Wurmröhren (Euchone). Echinodermen: Schalenfragmente, Stacheln, 1 Ophiurenarm. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina*. Crustaceen: zahlreiche Fragmente, Antennen, Beine, Chitinstücke, einige Häute. Bodenmaterial fast drei Viertel des Darminhaltes. 1 Tintinnus.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 26 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus und *Navicula*. Rotaliden, *Textularia,* Miliolíniden, 1 *Lagena*. Einige Trümmer von Peridineenschalen. Einige Schwammstückchen und Nadeln *(Esperia?)*. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Vereinzelte Schalentrümmer von Lamellibranchiaten. Sehr zahlreiche Reste von kleinen Crustaceen, Antennen, Beine und Borsten, mehrere Copepoden, 2 nicht mehr erkennbare kleine Crustaceen. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 29. Größe 34,5 mm.
Diatomeen: wenige. Rotaliden, *Textularia, Distephanus speculum*. Coelenteraten: zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia)*. 1 Nematod (Parasit). Echinodermen: einige Reste von Stacheln und Kalkeinlagerungen. Einige Ophiurenarme. Einige kleine Lamellibranchiaten *(Tellina?)*. Crustaceen: einige Fragmente, Borsten, Beine, Chitinstücke (eingehüllt in Schleimklumpen). Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 28 mm.
Diatomeen: *Navicula,* Coscinodiscus, wenige. 1 *Lagena*. Einige Ceratienfragmente. Würmer: 1 Nematod (Parasit). Echinodermen: vereinzelte Fragmente von Schalen. Sehr zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen, Antennen, Beine, Furcae, Borsten. Sehr zahlreiche Algenstücke, teilweise von *Zostera* und Florideen, Ulvenfragmente (?). Bodenmaterial in großer Menge, ca. drei Viertel des Darminhaltes. Tintinnus.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort: 06. II. N. 10. Größe 24 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden: vereinzelt. Ceratienarme und einige andere Peridineenfragmente. Coelenteraten: einige Nadeln (Fragmente). Vereinzelte Fragmente von Echinoideen (auch

Stacheln). Ziemlich viele Crustaceenreste, Beine, Antennen. Bodenmaterial fast drei Viertel des Darminhaltes. Darminhalt: gering.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 27 mm.

Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. 1 *Lagena*. Einige *Distephanus speculum*, zahlreiche Ceratienarme. Ziemlich zahlreiche Schwammstückchen und Nadeln (z. T. *Esperia?*). Echinoideenstacheln. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten vereinzelt. Ziemlich zahlreiche Reste von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial bildet fast drei Viertel des Darminhaltes. Cysten. Darminhalt: gering.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 25 mm.

Diatomeen: wenige. Rotaliden, *Textularia, Rhabdammina* und einige andere Foraminiferen, 2 Milioliniden. Schalenfragmente von Peridineen. Coelenteraten: einige Nadeln. 2 Jugendformen von *Arca*. Crustaceen: Fragmente und einige stark verdaute Copepoden (?). Bodenmaterial in großer Menge, bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 24,5 mm.

Diatomeen: wenige. Rotaliden, *Textularia,* 2 *Rhabdammina. Distephanus speculum* vereinzelt. Zahlreiche Schwammstücke und Nadeln *(Esperia?)*. 1 Nematod (Parasit). Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Vereinzelte Schalenstückchen von Lamellibranchiaten. Copepodeneier. Bodenmaterial fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 27,5 mm.

Diatomeen: ziemlich häufig. *Textularia,* Rotaliden, 8 *Rhabdammina*. Schalenfragmente von Peridineen zahlreich. Vereinzelt Nadeln von *Esperia* (?). Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Ziemlich zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen, teilweise von Copepoden. 1 größerer Copepod. Größere Algen: 2 größere Floridienstücke. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes ausmachend.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 29 mm.

Diatomeen: ziemlich häufig, besonders *Navicula,* Chaetoceras, Coscinodiscus. Rotaliden, *Nodulina,* 2 *Rhabdammina*. Ceratienfragmente, Bruchstücke von Peridineenschalen. Würmer: zahlreiche Polychaetenborsten und Weichkörper. Stacheln und Schalenfragmente von Echinoideen. Stücke einer Holothurie mit Kalkeinlagerungen. Ziemlich viele Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente (Antennen, Beine, Borsten), Körpersegmente von kleineren Crustaceen, 1 kleiner Copepod. Mehrere Algenstückchen. Bodenmaterial in großer Menge, fast drei Viertel des Darminhaltes bildend.

Nr. 17. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 34,5 mm.

Diatomeen: vereinzelt. *Navicula* und Coscinodiscus. Einzelne Rotaliden und andere Foraminiferen. Ceratienarme, Fragmente von anderen Peridineenschalen. Würmer: Weichkörper von Polychaeten (?). Einzelne Borsten. Echinoideenstachel. Ziemlich zahlreiche Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Einige Algenstücke. Bodenmaterial bildet fast drei Viertel des Darminhaltes. Darminhalt: gering.

Nr. 18. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 10. Größe 49,5 mm.

Diatomeen: ziemlich häufig, besonders Coscinodiscus, *Navicula,* Chaetoceras, *Rhizosolenia*. Zahlreiche Rotaliden, *Lagena, Nodulina, Rhabdammina* und andere Foraminiferen. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme, *Distephanus speculum*. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Campanularia)*, Spongiennadeln, Schwammstücke und Nadeln von *Esperia (?)*. Fragmente von Bryozoen *(Membranipora* und andere). Echinodermen: ziemlich zahlreiche Fragmente, Stacheln und Schalenstücke von Echinoideen, Kalkeinlagerungen. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten, 1 Cardium, 1 *Hydrobia*. Crustaceen: ziemlich zahlreiche Fragmente, 2 kleine, stark verdaute Copepoden (teilweise event. nur Häutchen?). Ziemlich zahlreiche Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, bildet fast drei Viertel des Darminhaltes. Vorder- und Enddarm gefüllt, Mitteldarm leer.

Nr. 19. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 21 mm.

Diatomeen: wenige. Zahlreiche Rotaliden, 1 *Rhabdammina*. Echinodermen: vereinzelte Fragmente, Stacheln von ganz jungen Echinoideen. Fragmente von kleineren Crustaceen, 2 Seg-

mente und Beine eines größeren Amphipoden (?). Vereinzelte Algenstücke. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. Tintinnus. Darminhalt gering.

Nr. 20. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 20 mm.
Diatomeen: wenige. Einige Foraminiferenröhren, vereinzelt Rotaliden. Coelenteraten: Schwammstücke und einige Nadeln. Einige Fragmente von Echinoideen. Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. 1 *Tintinnus subulatus*. Darminhalt gering.

Nr. 21. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 18 mm.
Diatomeen: wenige. Rotaliden, eine Sandröhre von Foraminiferen *(Rhabdammina?)*. Einige Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia)*. Vereinzelt Polychaetenborsten. Ziemlich zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen. 1 kleiner Copepod. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. Darminhalt gering.

Nr. 22. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 19 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus und *Pleurosigma*. 4 Rheophax, Rotaliden vereinzelt, einige sonstige Foraminiferen. Vereinzelte Schalenfragmente von Peridineen. Nadeln von *Esperia (?)*. Einige kleine Lamellibranchiaten und Fragmente derselben. Einzelne Pteropodenschalen *(Limacina?)*. Crustaceen: einzelne Fragmente. Extremitäten und feine Borsten. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. 1 Tintinnopsis. Mageninhalt ziemlich gering.

Nr. 23. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 22 mm.
Diatomeen: wenige *(Melosira?)*. Rotaliden. Nadeln und Schwammstücke. Bryozoenfragmente *(Membranipora* u. a.). Echinodermen: vereinzelte Fragmente (Echinoideenstacheln). Crustaceen: einige Borsten und andere kleine Fragmente. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, bildet fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 24. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 18 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden und einige andere Foraminiferen. Fragmente von Peridineenschalen, Ceratienarme, Prorocentrum. Coelenteraten: verschiedene Nadeln. Echinodermen: vereinzelte Reste. Wenige Fragmente von Lamellibranchiatenschalen. Ziemlich viele Fragmente von kleineren Crustaceen (Borsten, Klauen etc.). Vielfach Algenstücke. Bodenmaterial in ziemlicher Menge, bildet fast drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 25. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 17 mm. Magen völlig leer.

Nr. 26. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 16,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Vereinzelt Rotaliden. Ceratienfragmente. Coelenteraten: verschiedene Nadeln *(Esperia*-Nadeln). Würmer: Weichkörper und ziemlich zahlreiche Borsten von Polychaeten. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Fragmente von kleineren Crustaceen (Beine, Borsten, Antennen etc.). Bodenmaterial bildet fast drei Viertel des Darminhaltes. Darminhalt gering.

Nr. 27. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 14,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Wenige Rotaliden. Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten (Weichkörper). Crustaceen: einige kleine Fragmente. Einige Algenstücke. Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. Darminhalt gering.

Nr. 28. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 13 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Wenige Rotaliden. Prorocentrum und einzelne Ceratienfragmente. Coelenteraten: Nadeln vereinzelt *(Esperia*-Nadeln). Bryozoenfragmente *(Membranipora* u. a.). Einige Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Crustaceen: ziemlich zahlreich, kleine Fragmente. Bodenmaterial in großer Menge, bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes. 1 *Tintinnus subulatus*.

Nr. 29. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 11 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Textularia*. Einige Schalenfragmente von Peridineen. Einzelne kleine Pteropodenschalen *(Limacina)*. Crustaceen: einige kleinere Fragmente (Klauen). Bodenmaterial bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes.

Nr. 30. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 10 mm.

Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, *Nodosaria (?), Nodulina.* Coelenteraten: Nadeln *(Esperia*-Nadeln). Würmer: Stücke von Wurmröhren und Weichkörper (Serpuliden). Echinodermen: vereinzelte Reste. Zahlreiche Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Einige junge Exemplare von *Tellina.* Ziemlich zahlreiche Fragmente von kleinen Crustaceen. Bodenmaterial in ziemlich großer Menge, bildet ca. drei Viertel des Darminhaltes.

Echinocyamus pusillus (O. F. Müller).

Die Untersuchungen des Darminhaltes von *Echinocyamus pusillus* erstrecken sich auf 16 Exemplare. Die Fundorte aller verarbeiteten Tiere liegen in der Nordsee; ihre Größe schwankt zwischen 2,5 und 7,5 mm. Man findet bei diesem kleinen Seeigel stets nur eine sehr geringe Menge Darminhalt. Bei 4 Individuen war der Darm leer. Bei 8 Exemplaren erwiesen sich die aufgenommenen Nahrungsmengen als äußerst gering, so daß nur 4 Exemplare übrigbleiben, bei denen eine genügende Menge des Darminhaltes vorgefunden wurde, um daraus einen sicheren Schluß auf die Nahrung ziehen zu können. Bei der geringen Größe dieser Seeigel werden naturgemäß auch nur sehr kleine Tiere und Pflanzen erbeutet. Foraminiferen scheinen die Hauptnahrung zu bilden, denen sich Peridineen und Diatomeen zugesellen. Nur selten dienen größere Tiere zur Nahrung. Foraminiferen finden sich fast stets im Darm des *Echinocyamus.* In allen Fällen handelt es sich um mehr oder weniger zahlreiche Rotaliden, zu denen zuweilen *Nodulina* hinzukommen. Peridineenschalen zeigen sich mit einer Ausnahme stets im Darm. Häufig treten Ceratien auf, oft in sehr großer Menge, so daß die Schalenfragmente ganze Haufen bilden. Auch *Peridinium globulus* ist häufig zwischen den Bruchstücken von Peridineenschalen anzutreffen. Zahlreiche Diatomeen fand ich im Darm vor, welche für diesen kleinen Seeigel als Nahrung wohl in Frage kommen können. Häufig ist Coscinodiscus, seltener Chaetoceras, *Pleurosigma* und *Navicula.* Einen weiteren, wenn auch nicht sehr großen Bestandteil des Darminhaltes bilden die Mollusken. Sehr häufig fehlen sie, im übrigen sind sie durch sehr jugendliche Formen von Lamellibranchiaten, wie z. B. *Tellina,* vertreten, welche ich mehrfach wohlerhalten gefunden habe. Sonst zeigten sich nur einige Bruchstücke von jungen Muschelschalen. Die Würmer fehlen in den meisten Fällen. Nur einmal fand ich im Darm dieses Seeigels viele Borsten, welche höchstwahrscheinlich von einem kleinen Polychaeten herrührten. Im übrigen konnte ich nur einige Bryozoenfragmente, Stücke von *Membranipora,* ermitteln. Crustaceenreste waren selten. Bei einem Seeigel fand ich außer einigen Crustaceenfragmenten 3 kleine Copepoden, bei einem zweiten einen Ostracoden, wahrscheinlich *Conchoetia,* und schließlich bei zwei Exemplaren einige Fragmente von kleinen Krebsen. Coelenteraten fehlen fast gänzlich, nur in einem Falle stellte ich Spongiennadeln fest. Ebenso habe ich Echinodermenfragmente nur bei einem Exemplar angetroffen. Es handelte sich um einige Echinoideenstacheln, welche mit dem Bodenmaterial zufällig in den Darm gelangt sein können. Algen habe ich nicht gefunden. Bodenmaterial war in verschiedener Menge im Darm vorhanden. Bei denjenigen Tieren, deren Darm einen beträchtlichen Inhalt aufwies, betrug das Bodenmaterial ungefähr die Hälfte des Gesamtinhaltes. Schließlich erwähne ich noch das gelegentliche Vorkommen von Tintinnopsis, sowie von Copepodeneiern *(Ova hispida).*

In der Literatur finden wir eine Aufzeichnung von Petersen[27]), welcher schreibt: „Im Darm habe ich eine grünliche Masse mit Pflanzenzellen, Diatomeen und Foraminiferen gefunden".

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich als Hauptnahrung für *Echinocyamus pusillus* Rhizopoden und Peridineen, denen sich Diatomeen anschließen. Bisweilen werden auch größere Tiere oder wenigstens deren Reste gefressen, wie das gelegentliche Vorkommen von Würmern, Mollusken und Crustaceen zeigt. Bodenmaterial wird reichlich in den Darm aufgenommen. Wir sehen in *Echinocyamus pusillus* einen Seeigel, der sich von kleinen, am Boden oder in dessen Nähe lebenden Organismen ernährt; ob wir es auch mit einem Räuber, der Würmer und Krebse erbeutet, zu tun haben, müssen weitere Beobachtungen ergeben.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 6 mm.

Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen ziemlich häufig. Fragmente von Bryozoen (teilweise von *Membranipora).* Bodenmaterial ziemlich viel, fast die Hälfte des Darminhaltes.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 7,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders *Navicula, Pleurosigma,* Coscinodiscus, Chaetoceras, Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen ziemlich häufig. Borsten von sehr kleinen Polychaeten. Stacheln und Kalkfragmente von sehr kleinen Echinodermen. Fragment einer Ostracodenschale *(Conchoetia).* Bodenmaterial kaum ein Achtel des Darminhaltes. Cysten *(Ova hispida).*

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 02. XI. N. 11. Größe 7,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. 7 Rotaliden, *Nodulina.* Vereinzelt Fragmente von Peridineenschalen, sowie etwas Bodenmaterial. Darminhalt: gering.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 02. XI. N. 12. Größe 4,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Einige Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen. Einige Fragmente junger Lamellibranchiatenschalen. Bodenmaterial wenig, kaum ein Achtel des Darminhaltes. Darminhalt: gering.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 02. XI. N. 12. Größe 2¼ mm.
Diatomeen: vereinzelt. Coscinodiscus. Rotaliden vereinzelt und wenig Bodenmaterial. Darm: fast leer.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 15. Größe 3,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. 2 Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen ziemlich viel. Einige ganz junge Lamellibranchiaten *(Tellina?).* Bodenmaterial beträgt fast die Hälfte des Darminhaltes. Darminhalt: gering.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 7 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen ziemlich viel, *Peridinium globulus.* Einige ganz junge Lamellibranchiaten *(Tellina ?).* Crustaceen: einige Fragmente, 3 kleine Copepoden. Bodenmaterial ziemlich viel, über die Hälfte des Darminhaltes.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 76. Größe 6 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden. Fragmente von Peridineenschalen ziemlich viel, *Peridinium globulus.* Einige ganz junge Lamellibranchiaten *(Tellina).* Fragment von einem kleinen Copepod. Bodenmaterial ziemlich viel, über die Hälfte des Darminhaltes. Einige Eier von Copepoden (?).

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 62. Größe 5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden vereinzelt. Einzelne Fragmente von Peridineenschalen, *Peridinium globulus.* Eine kleine Crustacee (Fragment, event. nur abgeworfene Haut). Bodenmaterial sehr wenig, kaum ein Achtel des Darminhaltes. Mageninhalt: gering.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 62. Größe 4 mm.
Vereinzelte Diatomeen, einige Rotaliden. Fragmente von Peridineenschalen, sowie wenig Bodenmaterial. Mageninhalt: sehr gering.

Nr. 11 u. 12. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 62. Größe je 3½ mm. Magen: gänzlich leer.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 38. Größe 4 mm.
Vereinzelte Diatomeen; vereinzelte Schalenfragmente von Peridineen, sowie sehr wenig Bodenmaterial. Magen: fast leer.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 38. Größe 4 mm. Magen: leer.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 38. Größe 4 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Schalenfragmente von Peridineen. Einzelne Spongiennadeln. Bodenmaterial sehr wenig, kaum den achten Teil des Darminhaltes betragend. Tintinnopsis. Darminhalt: sehr gering.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 38. Größe 3½ mm. Magen: leer.

Strongylocentrotus dröbachiensis (O. F. Müller).

Von *Strongylocentrotus dröbachiensis* standen mir 13 Exemplare für die Untersuchung des Darminhaltes zur Verfügung. Leider stammten alle Tiere von demselben Fundort. Ihre Größe beträgt 12,5 bis 20,5 mm. Die Nahrung aller 13 untersuchten Individuen ist entsprechend dem gemeinsamen Fundort

ziemlich einheitlich. Der Darm war, wie dies sehr häufig bei den regulären Seeigeln ist, nur teilweise gefüllt. Bodenmaterial wird nur in geringerer Menge in den Darm aufgenommen, so daß es im Verhältnis zum Gesamtinhalt des Darmes ein Achtel bis ein Viertel beträgt. Nur bei einem Tier war Bodenmaterial in größerer Menge vertreten. Die Hauptnahrung scheint aus Polychaeten zu bestehen. Fast bei allen Tieren fand sich in großer Menge Weichkörper mit zahlreichen Polychaetenborsten, Mandibeln, sogar wohlerhaltene ganze Parapodien mit anhaftenden Körperteilen von Polychaeten. Von Würmern kommt außerdem ziemlich häufig Spirorbis vor. In mehreren Fällen wurden Stücke von Bryozoen, meistenteils *Membranipora,* gefunden.

In zweiter Linie kommen die Coelenteraten für die Ernährung in Betracht. Bei allen untersuchten Exemplaren, außer einem, waren sie reichlich vertreten. Hauptsächlich kommen Hydroidpolypen und ferner Schwämme häufig im Darm vor. Die ersteren, in vielen Fällen Stückchen von *Sertularia,* treten oft in solcher Menge auf, daß sie die Hälfte der gesamten Nahrung ausmachen; die einzelnen Stücke zeigen eine durchschnittliche Länge von einem halben Zentimeter bei den größeren Tieren, und sind entsprechend kleiner bei kleineren Individuen. Von Spongien findet man bisweilen noch wohlerhaltene Brocken Schwammkörper, in denen die Nadeln liegen. Häufig findet man nur noch die Nadeln vor. Einen weiteren Bestandteil der Nahrung, welcher fast niemals zu fehlen pflegt, bilden die Echinodermen. Mögen nun auch Stacheln oder Schalenstückchen vereinzelt zufällig mit dem Bodenmaterial, bei dessen Untersuchung man ja häufig vereinzelte Echinodermenstacheln antrifft, in den Darm gelangt sein, so findet man doch in anderen Fällen so zahlreiche Fragmente, daß man wohl annehmen darf, hier ein Nahrungsobjekt vor sich zu haben. So fand ich häufig Reste kleiner Echinoideen. Auch die Crustaceen kommen in den meisten Fällen in den Nahrungsbestandteilen vor, aber ihre Menge ist recht verschieden. Häufig findet man zahlreiche Fragmente, welche zu einem wirren Haufen vereinigt sind, bisweilen kommen Copepoden oder sonstige kleine Crustaceen vor. Häufig treten die Crustaceenfragmente in geringerer Zahl auf, seltener fehlen sie ganz. Die Rhizopoden bilden einen weiteren nicht geringen Bestandteil der Nahrung. Bei allen untersuchten Tieren kommen sie in beträchtlicher Anzahl vor. Am zahlreichsten sind die Rotaliden vertreten. Ferner findet man *Nodulina, Textularia,* seltener *Saccammina.* Diese Tiere kommen im Verhältnis zur Menge des Bodenmateriales, welches man im Darm findet, allzu zahlreich vor, als daß man an ein zufälliges Aufnehmen zugleich mit dem Bodenmaterial denken könnte, sondern die Rhizopoden werden als Nahrung aufgesucht. Schließlich wären als Nahrungsbestandteile von größerer Bedeutung noch die Mollusken zu erwähnen. Außer einigen Pteropoden *(Limacina),* welche ich in einem Falle gefunden habe, pflegen Bruchstücke von Lamellibranchiaten selten zu fehlen. Bisweilen waren Jugendformen von *Tellina* und Cardiumfragmente wahrscheinlich. Es finden sich ferner unter dem Darminhalt zahlreiche Diatomeen (Coscinodiscus und Chaetoceras), ferner Ceratien und Schalenfragmente sonstiger Peridineen, Prorocentrum, *Dictyocha, Distephanus speculum,* denen als zufällige Nahrungsbestandteile keine weitere Bedeutung zuzumessen ist. Dasselbe gilt von Tintinnopsis und einigen Cysten. Eine ganz vereinzelt sich findende Acidie, wahrscheinlich eine *Cynthia,* sei erwähnt. Größere Algen kommen nur sehr vereinzelt vor, und treten als Nahrungsbestandteile gänzlich zurück.

Aus den angeführten Untersuchungen geht hervor, daß *Strongylocentrotus dröbachiensis* ein räuberisches Leben führt, sich ausschließlich von tierischer Kost ernährt. Hierbei kommen hauptsächlich die Polychaeten und Hydroidpolypen in Betracht, in zweiter Linie die Crustaceen, denen sich Rhizopoden, Echinodermen und Mollusken anschließen. Dagegen verschwindet die pflanzliche Nahrung. Bodenmaterial wird meist nur in geringer Menge, wahrscheinlich soviel, als zum Zerreiben der Nahrung nötig ist, aufgenommen. Daß es dem Strongylocentrotus möglich ist, soviel beweglichere Tiere wie Polychaeten und Crustaceen zu ergreifen, werde ich bei den zusammenfassenden Worten zu den Echinoideen näher begründen.

In der Literatur fand ich über die Nahrung von *Strongylocentrotus dröbachiensis* eine kurze Mitteilung von Dawson[6]: „*Strongylocentrotus dröbachiensis* hatte in seinem Darm Membranen von Conferoiden, Algen und Schalen von Diatomeen. Er weidet die submarine Mikroflora ab vom felsigen Untergrunde, ballt die kleinen Algen und Diatomeen zu Klumpen zusammen und verschluckt sie. In der Nähe von Fischereiniederlassungen nährt er sich auch von Fischabfällen". Einen Angriff auf lebende Tiere hat Dawson nie beobachtet.

Die Ernährung durch pflanzliche Kost würde mit meinen Untersuchungen im Widerspruch stehen. Ein Zusammenballen der Nahrung habe ich nicht beobachten können, wenigstens nur insoweit, als sich die Nahrungsmasse den Faltungen des Darmes anpaßt.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 20,5 mm.
Diatomeen: ziemlich zahlreich. Rotaliden. *Nodulina, Textularia. Dictyocha,* Prorocentrum. Schalenfragmente von Peridineen. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Campanularia).* Nadeln von Spongien. Sehr häufig Weichkörper von Polychaeten (Körperteile mit Parapodien und Borsten). Bryozoenfragmente *(Membranipora).* 1 Spirorbis. Vereinzelte Stacheln und Schalenfragmente von Echinoideen. Vereinzelte Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Crustaceen: einige Borsten, Klauen und Chitinstückchen. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Darminhaltes. *Tintinnus accuminatus,* Cysten.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 17 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. Zahlreiche Rotaliden und Textularien. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Einige Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Würmer: vielfach Weichkörper und zahlreiche Polychaetenborsten. Bryozoenfragmente *(Membranipora).* Stacheln und Schalenfragmente von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Einige Fragmente (Beine, Klauen, Antennen) kleinerer Crustaceen, Copepoden, Chitinstücke. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Darminhaltes. Cysten, *Tintinnus accuminatus.*

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 16,5 mm.
Diatomeen: Coscinodiscus und Chaetoceras. *Distephanus speculum,* Rotaliden, *Nodulina* zahlreich. Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Spirorbis, Weichkörper mit Borsten von Polychaeten. Vereinzelte Wurmröhrenfragmente. Zahlreiche Fragmente von kleinen Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Crustaceen: zahlreiche Fragmente mehrerer kleiner Copepoden. Bodenmaterial ca. ein Achtel des Darminhaltes.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 17 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden zahlreich, Prorocentrum. Weichkörper, Borsten und Mandibeln von kleinen Polychaeten, vereinzelte Wurmröhrenfragmente. Echinodermen: zahlreiche Stacheln, Kalkeinlagerungen und Schalenfragmente. Bruchstücke von jungen Lamellibranchiaten, mehrere Pteropodenschalen *(Limacina).* Klauen, Borsten und sonstige Fragmente kleiner Krebse. Wenig Bodenmaterial, kaum ein Achtel des Darminhaltes. Einige kleine Ascidien *(Cynthia?),* Cysten, 1 Fischschuppe.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 15 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Würmer: etwas Weichkörper mit einzelnen Borsten. Echinodermen: einige kleinere Fragmente. Vereinzelte Fragmente kleinerer Krebse. Bodenmaterial kaum ein Achtel des Gesamtinhaltes. Darminhalt: sehr gering.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 13 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden und *Nodulina.* Fragmente von Peridineen, Ceratienarme. Coelenteraten: Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Einige Fragmente von Echinoideen. Einige Fragmente kleiner Krebse, Copepoden. Bodenmaterial kaum ein Achtel des Gesamtinhaltes. Tintinnopsis. Darminhalt: gering.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 15,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden zahlreich. *Textularia* und Fragmente anderer Foraminiferen. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Vielfach Bryozoenfragmente *(Membranipora).* Weichkörper von Polychaeten. Echinodermen: zahlreiche Reste. Jugendformen von *Tellina,* Bruchstücke von Cardium und anderen Lamellibranchiaten. Bodenmaterial fast ein Viertel des Darminhaltes.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 14,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Peridineenfragmente, Ceratienarme. Zahlreiche Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Weichkörper mit Borsten von Polychaeten, 1 Spirorbis. Echino-

dermen: einige Fragmente. Crustaceen: vereinzelt kleinere Reste. Wenig Bodenmaterial, kaum ein Achtel des Gesamtinhaltes. Darminhalt: gering.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 12,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen, zahlreiche Ceratienarme. Spongiennadeln (z. T. *Esperia?).* Hydroidpolypenfragmente. Weichkörper und einzelne Borsten von Polychaeten. Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Bodenmaterial fast ein Viertel des Darminhaltes. *Tintinnus accuminatus,* Tintinnopsis, Cysten.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 02. VIII. N. 11. Größe 13 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Textularia.* Schalenfragmente von Peridineen. Ceratienarme zahlreich. Coelenteraten: Stücke von Hydroidpolypen *(Obelia),* Nadeln von *Esperia (?).* Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Echinodermen: vereinzelte Reste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Crustaceen: vereinzelte kleinere Fragmente. Bodenmaterial fast ein Viertel des Darminhaltes.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 18,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Textularia* und Fragmente anderer Rhizopoden. Schalenfragmente von Peridineen, Ceratienarme. Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Spongiennadeln. Vielfach Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Vielfach Reste von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Crustaceen: einige kleine Fragmente, 1 Copepod. 1 Algenstück. Bodenmaterial ein Viertel des Darminhaltes. Tintinnopsis.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 17,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Saccammina,* Rotaliden und Fragmente anderer Foraminiferen. Zahlreiche Spongiennadeln. Sehr zahlreich Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Einige Stücke größerer Algen. Wenig Bodenmaterial, kaum ein Achtel des Darminhaltes.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 16 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Nodulina, Textularia, Saccammina. Distephanus speculum.* Zahlreiche Stücke von Hydroidpolypen. 3 Spirorbis, Weichkörper mit Borsten von Polychaeten, Bryozoenfragmente *(Membranipora).* Vereinzelte Fragmente von Echinoideen. Einige Fragmente und Jugendformen von Lamellibranchiaten *(Tellina).* Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Bodenmaterial bildet fast die Hälfte des Darminhaltes.

Zum Schluß habe ich noch einige Angaben über die Nahrung solcher regulärer Seeigel anzuführen, zu deren Untersuchung mir kein Material zur Verfügung stand. Über die Befunde im Magen von ***Echinus esculentus*** finden wir folgende Aufzeichnungen bei Petersen[27]): „In einem *Echinus esculentus,* dessen Darm ich untersuchte, fand ich Pomatoceros, sowohl Stücke von Röhren, sowie von Tentakeln und Haarborsten, und andere Anneliden, Balanus, sowohl Glieder als Teile von Schalen, Bryozoen, Echinusstacheln, Ostracoden, Algenstücke, Hydroiden und Sand". — Von ***Sphaerechinus granularis*** schreibt Hamann[15]): „Ein junger *Sphaerechinus granularis,* dessen Darm voll angefüllt war mit Nahrung, meist Diatomeen und niederen Pflanzen . . . etc." — Ferner berichtet über Befunde des Darminhaltes bei ***Toxopneustes brevispinosus*** Petersen[27]): „Im Darm fand ich keinen Sand, aber häufig Pflanzenteile und meistens Spitzen von *Furcellaria.* An *Toxopneustes brevispinosus* machte Dohrn[7]) einige Aquarienbeobachtungen. Er schreibt bei der Besprechung der Tatsache, daß sich *Toxopneustes brevispinosus* mit Muschelschalen bedeckt, um an seine Beute unbemerkt herankommen zu können, daß sie besonders gern *Squilla mantis* fressen. Dann fährt er fort: „Wenn ich ein Dutzend *Squilla* in dasselbe Bassin setzte, in welchem ebensoviel Toxopneustes sich befanden, so waren in 8 bis 10 Tagen sämtliche *Squilla* von den Seeigeln aufgefressen. Die Seeigel setzen einige Saugfüßchen auf irgendeinen Körperteil des Krebses. Alle benachbarten Füßchen spannen sich in weitem Bogen, bis sie die *Squilla* erreichen. Mit einem Teil seiner Füßchen hält er sich fest, mit den anderen schiebt er den Krebs in Bereich seines Mundes und fängt an, ihn aufzufressen. Das dauert gewöhnlich mehrere Tage. Sehr häufig gesellen sich noch ein oder zwei Toxopneustes hinzu, und die Mahlzeit wird gemeinsam gehalten. Ein Toxopneustes ist imstande, eine *Squilla* von 6 Zoll Länge zu fangen, indem er mittelst der Saugfüßchen die breite Platte der äußeren Antenne ergreift". — Möbius[23])

sagt in seinen „Beiträgen zur Meeresfauna der Insel Mauritius“ (S. 49) über die Nahrung von ***Heterocentrotus trigonarius*** und ***Heterocentrotus mammillatus:*** „Seine Nahrung erhält er durch das hinzuströmende Wasser, welches ihm organische Substanzen zuführt“. Im Darm dieser Tiere fand Möbius[23]) oft Schalen von Foraminiferen und schließt daraus, daß dieselben wahrscheinlich zur Nahrung dieser Tiere gehören. Schließlich seien noch einige Beobachtungen angeführt, welche Noll[25]) an einem Kletterseeigel, ***Echinus microtuberculatus,*** im Aquarium anstellte: „Nicht gern scheint der Kletterseeigel sich an dem sandigen Boden des Aquariums aufzuhalten. Er schabte beim Weiterkriechen die Ansätze von Palmellen am Glase oder die Diatomeenrasen auf Muscheln ab“. Noll spricht dann über die Stellung der Zähne und Lippen bei der Nahrungsaufnahme, sowie über die Funktion der zehn den Mund umgebenden Füßchen, deren Bedeutung als Sinnesorgane, die Nahrung zu prüfen, dieser Forscher wohl zuerst erkannt hat, und fährt dann fort: „Pflanzen werden gern genommen, ebenso werden Muscheln (z. B. *Dreissena)* gerne gefressen. Der Seeigel wußte die Muscheln so zu drehen, daß die dünne Seite der Schale, wo der Byssus heraustritt, an seinen Mund zu liegen kam, und hatte sie in Zeit von zwei Stunden völlig leer gefressen. Die leere Schale zeigte an der genannten Stelle, daß hier ein Stückchen herausgebrochen war; doch vermute ich, daß sie schon einen Bruch gehabt hat, da die Seeigel andere unverletzte Muscheln trotz fortgesetzter Versuche nicht zu öffnen vermochten“.

Der Darm der regulären Seeigel ist stets mit Nahrungsmenge erfüllt. Ich habe ihn nur bei einem größeren Seeigel, einem *Echinus norvegicus,* und bei einigen sehr kleinen Exemplaren von *Echinocyamus pusillus* leer angetroffen. Bei allen übrigen Tieren war der Darm zwar nicht prall gefüllt wie bei den Spatangoiden, aber doch mit großer Nahrungsmenge erfüllt. Der Darm ist durch zahlreiche tiefe Einschnürungen stark gefaltet, wodurch unregelmäßig geformte Nahrungsballen entstehen; dagegen habe ich solche „Kügelchen“, wie Conheim[3]) sie beschreibt, bei den von mir untersuchten Arten nicht gefunden. Conheim sagt hierüber: „Der Darm frisch gefangener Seeigel ist stets prall gefüllt mit Pflanzenresten und anderen Partikelchen, teils mit kleinen, etwa stecknadelkopfgroßen oder etwas größeren, grün- oder gelbbraunen Kügelchen, selten mit etwas Sand. Die Kügelchen werden als Kot reichlich durch den After entleert“. — Während die irregulären Seeigel nur auf Sand oder Schlickgrund zu leben scheinen, da der Aufenthalt auf solchem Boden für ihre Ernährungsweise nötig ist, leben die *Regularia* auf Sand-, Schlick- oder auf felsigem Boden. Die Tiere, welche mir für die Untersuchung zur Verfügung standen, wurden in der Nordsee und dem Skagerrak aus Tiefen von 19 bis 300 m von Sand-, Schlick- und Riffgrund gefangen. Hoffmann[8]) sagt: „Echinen halten sich am liebsten an felsigen Küsten auf“. Ebenso steht bei Ludwig und Hamann[2]): „Mit Vorliebe leben die Seeigel an felsigen Küsten, auf Korallenriffen. Hier kommen sie dann oft in großen Mengen gesellig vor“. Die Nahrung der verschiedenen Arten ist recht abweichend voneinander. Vorwegnehmen möchte ich eine Gruppe von Seeigeln, welche sich in das Gestein einbohren, und denen eine besondere Nahrungsweise zuzukommen scheint. Hesse[17]) behauptet, daß die bohrenden Seeigel nur an den Lithothamniumüberzügen, aber nicht an den Felsen selbst bohren, auch nur so tief, als der Überzug dick ist, daß die Trümmer dieser Kalkalge, wie die von Austernschalen sich im Darm finden und daß deshalb sich diese Tiere außer von vegetabilischer Kost *(Zostera)* von dieser Kalkalge und von Muschelschalentrümmern nähren. John[20]) dagegen stellte fest, daß Echinus das Gestein mit Hilfe seines Kauapparates und seiner Stacheln anbohrt und die Kalkalgen mit den Echinuslöchern nicht in Zusammenhang gebracht werden können. Auch John[20]) fand im Magendarm von Seeigeln Kalkalgenreste. „Die meisten der in Steinhöhlen lebenden Seeigel verlassen ihre Wohnstätten nicht, können daher auch nicht auf tierische Nahrung Jagd machen.“ Demnach sind diese Tiere darauf angewiesen, sich von den in ihre Nähe kommenden oder ihnen durch das Wasser zugetragenen Organismen zu ernähren. Wie oben angeführt, hat Möbius auf Grund vom Auffinden zahlreicher Foraminiferen im Darm solcher Seeigel die Ansicht ausgesprochen, daß diese Tiere die Nahrung durch das hinzuströmende Wasser erhalten. Für diese Gruppe kommen als Nahrung kleine, am Meeresboden oder in dessen Nähe lebende Organismen in Betracht; zu ihnen ist auch *Echinocyamus pusillus* zu stellen. Im übrigen scheinen bei der Nahrung der regulären Seeigel nach Angabe der einen Forscher die pflanzlichen, nach der der anderen die tierischen Bestandteile zu überwiegen. Für die erstere Ansicht sprechen sich Hoffmann[18]), Valentin[35]), Conheim[3]) aus. Hoffmann[18]) schreibt: „Den Darmkanal der kleinen Echinen fand man gewöhnlich mit Überresten

pflanzlicher Nahrungsstoffe angefüllt. Die Hauptnahrung scheint also aus Pflanzen und besonders aus Algen zu bestehen. Spuren von Weichtieren oder von anderen großen Tieren habe ich niemals gefunden. Der Inhalt des Darmes ist dagegen reich an Infusionen, Baccilarien und Diatomeen". Ähnlich spricht sich Valentin [35]) gegen das Vorkommen von Resten großer Tiere im Darm der Regulares aus. Conheim [3]) schreibt: „Die Nahrung der verschiedenen Echinoideengruppen ist, wie aus den einzelnen Betrachtungen hervorgeht, sehr verschieden. Die Nahrung der Seeigel mit Kauapparat besteht in Mollusken, Krebsen, Würmern, die sie mit Hilfe der Zähne auffressen". Ludwig und Hamann [2]) stellen zusammen: „Nach Aggasiz, Fewkes, Cuénot u. a. ernähren sich die Seeigel von Algen, so Strongylocentrotus, Echinus u. a., während *Dorocidaris papillata* von animalischen Substanzen, wie Spongien, Anneliden, Fischen, Crustaceen sich ernährt, wie Prouho beobachtete". Die Ansicht, daß mehr die animalische Kost für die regulären Seeigel in Frage kommt, sprechen ferner Dohrn [7]) und Graeffe [12]) aus. Letzterer sagt in seiner „Seetierfauna von Triest": „Die Seeigel erwiesen sich in den Aquarien als arge Raubtiere. Sie bedecken sich gern mit Algen, Steinen, Muschelschalen etc., um unter dieser Maske heranschleichend, viel beweglicherere Tiere, wie kleine Fische, Crustaceen durch Überraschung im Winkel einzuschließen und zu erbeuten. Übrigens begnügen sie sich auch mit den Leichen anderer Seetiere". Dieses Bestreben einiger Seeigel, sich zu maskieren, beobachtete, wie oben erwähnt, auch Dohrn [7]) bei *Toxopneustes brevispinosus*. Ferner führt Simroth *) diese Gewohnheit von *Toxopneustes lividus* an, glaubt jedoch nicht hierbei an Mimicry denken zu dürfen, sondern daß es den Zweck habe, als Schutz gegen die Wellen und zum Zurückhalten der angespülten Nahrung zu dienen.

Für die von mir untersuchten Arten kommt allein die animalische Kost in Frage. Ich kann diese Seeigel, mit Ausnahme des *Echinocyamus pusillus,* nur als räuberich lebende Tiere bezeichnen. Um eine klare Übersicht zu bieten, stelle ich die gewonnenen Resultate kurz zusammen, indem ich diejenigen Arten, über deren Nahrung nur Literaturangaben vorlagen, in Parenthese beifüge und die einzelnen Nahrungsbestandteile in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit und Wichtigkeit anführe.

Echinus miliaris: Hauptnahrung: 1. Hydroidpolypen, 2. Würmer; ziemlich häufig: 3. Echinodermen, 4. Crustaceen, 5. Rhizopoden, 6. Mollusken; selten: 7. Ascidien. Bodenmaterial ist in ziemlicher Menge vorhanden.

(Echinus esculentus): Nach Petersen Hauptnahrung: 1. Würmer; häufig: 2. Echinodermen, 3. Crustaceen, 4. Hydroiden, 5. größere Algen. Bodenmaterial vorhanden.

(Echinus microtuberculatus): Nach Dohrn: Palmellen, Diatomeen, Pflanzen, Muscheln.

Echinus norvegicus: Hauptnahrung: 1. Crustaceen; sehr häufig: 2. Mollusken, 3. Foraminiferen; selten: 4. Algen, 5. Coelenteraten, 6. Würmer, 7. Echinodermen. Bodenmaterial ist in ziemlicher Menge vorhanden.

Strongylocentrotus dröbachiensis: Hauptnahrung: 1. Polychaeten, 2. Hydroiden; häufig: 3. Crustaceen, 4. Foraminiferen, 5. Echinodermen, 6. Mollusken; sehr vereinzelt: 7. größere Algen. Bodenmaterial ist nur in geringer Menge vorhanden.

(Toxopneustes brevispinosus): Nach Petersen: Algen, kein Bodenmaterial. Nach Dohrn: Crustaceen *(Squilla).*

Echinocyamus pusillus: Hauptnahrung: 1. Foraminiferen, 2. Peridineen; weniger häufig: 3. Diatomeen; vereinzelt: 4. Würmer, 5. Mollusken, 6. Crustaceen. Bodenmaterial ist reichlich vorhanden.

(Sphaerechinus granularis): Nach Hamann: Diatomeen und andere niedere Pflanzen.

(Heterocentrotus trigonarius, Heterocentrotus mammillatus): Nach Möbius: Foraminiferen.

Aus dieser Tabelle geht die große Verschiedenheit der Nahrung der einzelnen Arten hervor. Während bei der einen Gruppe Hydroiden und Würmer die Hauptnahrung bilden, werden diese Tiere bei anderen Arten durch die Crustaceen ersetzt. Wieder andere ernähren sich von Foraminiferen oder fressen hauptsächlich Algen. Es wären also bei den regulären Seeigeln betreffs der Nahrung 3 Gruppen zu unterscheiden: 1. Arten, die sich von kleinen, am Meeresboden oder in dessen Nähe lebenden Organismen ernähren,

*) Simroth, H. Zur Kenntnis der Azorenfauna. Arch. f. Naturg. Jg. 54. Bd. I. 1888.

2. Pflanzenfresser, 3. räuberisch, von animalischer Kost lebende Tiere. Zu der letzten Gruppe möchte ich die in der Nordsee lebenden und von mir untersuchten größeren Arten der Echinoideen stellen. Daß die Tiere imstande sind, Würmer und Crustaceen zu erbeuten, ist durch mehrfache Beobachtungen festgestellt. Für diese Seeigel kommen als Hauptnahrung entweder Hydroiden und Würmer oder Crustaceen in Betracht; daneben werden Echinodermen, Foraminiferen und Mollusken, selten Algen und Ascidien gefressen. Bemerkenswert ist, daß Bodenmaterial, welches man bei der Mehrzahl reichlich im Darm vorfindet, nach Petersen's Angaben bei *Toxopneustes brevispinosus* fehlt. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Eigentümlichkeit der sogenannten Kletterseeigel, welche, wie Dohrn bemerkt, den Boden des Aquariums meiden und sich stets einen Platz auf Steinen oder einer sonstigen festen Unterlage zu verschaffen suchen. Zu den Pflanzenfressern wäre nach Hamann's[15]) Beobachtung *Sphaerechinus granularis* zu stellen. *Toxopneustes brevispinosus* ist zweifelhaft, da widersprechende Angaben vorliegen, indem Petersen Algen fand und Dohrn Crustaceennahrung konstatierte. *Echinocyamus pusillus* und Heterocentrotus gehören zur ersten Gruppe. Alle übrigen Tiere leben als Räuber von tierischer Kost. Es läßt sich für diese Gruppe folgende Liste der im Darm gefundenen Nahrungsbestandteile aufstellen, nach Häufigkeit und Menge des Vorkommens geordnet.

Hauptnahrung: 1. Hydroiden, 2. Würmer, 3. Crustaceen;
weniger häufig: 4. Echinodermen, 5. Mollusken, 6. Foraminiferen;
selten: 7. größere Algen, 8. Ascidien.

Bodenmaterial ist bei den meisten Arten, mit Ausnahme der Kletterseeigel, in ziemlich großer Menge im Darm vorhanden.

B. Irregulares.

Spatangus purpureus (O. F. Müller).

Zur Feststellung des Darminhaltes von *Spatangus purpureus* habe ich 14 Exemplare untersucht. Die Größe der verarbeiteten Tiere schwankt zwischen 29,5 und 75 mm. Die Fundorte liegen in der Nordsee und im Skagerrak.

Wie bei allen Spatangoiden geschieht auch bei *Spatangus purpureus* die Nahrungsaufnahme durch das Vorwärtsschieben des Körpers am Meeresboden; letzterer füllt daher den ganzen Darm prall an. Die in ihm lebenden Bewohner bilden die Nahrung des Spatangus. In erster Linie kommen hierbei die Mollusken in Betracht, deren Schalen häufig zertrümmert, zuweilen wohlerhalten sich dem Beobachter darbieten. Immer fand ich zahlreiche Fragmente von Lamellibranchiatenschalen, außerdem aber auch wohlerhaltene Mollusken. Häufig kommt *Tellina* vor, ferner kleine *Littorina,* seltener Cardium, *Arca, Acera, Corbula, Montacuta* und Mytilus. Einen ziemlich häufigen Befund im Darm bilden die Pteropodenschalen, von denen *Limacina* in zahlreichen Fällen auftritt. Die angeführten Mollusken treten bei der Nahrungsuntersuchung hauptsächlich hervor. An Häufigkeit des Vorkommens stehen ihnen die Foraminiferen am nächsten. Sie kommen in so beträchtlicher Anzahl vor, daß ein Aufsuchen derselben, oder wenigstens der von ihnen am zahlreichsten bewohnten Stellen durch den Spatangus stattgefunden haben muß. Hauptsächlich kommen die Rotaliden, mit einer Ausnahme, in großer Menge vor. Ihnen schließt sich *Rhabdammina* an, welche ebenfalls in sehr zahlreichen Exemplaren auftreten. Ferner findet man häufig *Nodulina,* seltener *Textularia,* Miliolinіden, *Psammosphaera, Lagena, Nodosaria* und Foraminiferen-Fragmente.

An dritter Stelle stehen die Würmer, und zwar die röhrenbewohnenden Polychaeten, während die *Errantia* seltener erbeutet werden. Außer in 3 Fällen kommen Würmer stets im Darminhalt des *Spatangus purpureus* vor. Wurmröhren oder deren Fragmente finden sich oft in bedeutender Anzahl. Ich habe Röhren von Serpuliden und Terebelliden (Euchone, *Pectinaria)* und von Spirorbis wiederholt getroffen, ebenso Fragmente der Polychaeten selbst, als Weichkörper, Kiefer und Borsten. Bryozoenstücke von *Membranipora* waren nur in einem Falle vorhanden.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil der Nahrung bilden die Echinodermen. Fragmente in größerer oder geringerer Anzahl kommen in allen untersuchten Tieren ohne Ausnahme vor. In den meisten Fällen finden sich Stacheln und Schalenfragmente kleiner Seeigel. Zuweilen kommen größere Stacheln von Echi-

noideen vor, deren Vorhandensein aber für die Nahrung unwesentlich ist, da sie nicht von gefressenen Tieren wegen ihrer Größe herrühren können. Ihre Aufnahme in den Darm ist zufällig. Das Vorhandensein fast vollständig erhaltener Seeigel, wahrscheinlich junger Echinocardien, welche ich zwischen dem Darminhalt im vorderen Teil des Darmes vorfand, macht es zur Gewißheit, daß die Fragmente der kleinen Seeigel von gefressenen Tieren herrühren.

An fünfter Stelle stehen für den *Spatangus purpureus* als Ernährungsobjekte die Crustaceen. In wenigen Fällen fehlen sie, zuweilen kommen vereinzelte kleine Fragmente vor, aus denen auf die Nahrung wohl nicht geschlossen werden darf. Häufig treten sie zahlreich auf, dann findet man Borsten, Beine, Antennen und Maxillarfüßchen. Kleine Copepoden und Ostracodenschalen, sowie ein Bein einer größeren Crustacee habe ich angetroffen. Die Coelenteraten sind ein recht geringer Bestandteil der Nahrung. Bei der Hälfte der untersuchten Exemplare fehlen sie, zuweilen kommen Spongiennadeln und kleine Stückchen von Schwämmen vor; in einem Tier traten Stücke von Hydroidpolypen auf. Aber stets hielt sich das Vorkommen von Coelenteraten in sehr engen Grenzen.

Diatomeen zeigen sich in allen Fällen in großer Menge. Besonders zahlreich sind Coscinodiscus, *Pleurosigma, Navicula* vertreten. Peridineenschalenfragmente, wie Ceratienarme etc. ferner *Dictyocha* und *Distephanus speculum* sind häufig zu finden.

Schließlich seien noch die größeren Meeresalgen erwähnt. Diese finden sich in wenigen Fällen vereinzelt, nur im Darminhalt eines Tieres fanden sich Algenstücke (Florideenfragmente?) in größerer Zahl vor. Schizophyceen (Trichodesmium), ferner Gehäuse von Tintinnopsis und *Tintinnus accuminatus,* Fischschuppen, Cysten usw., deren Vorkommen auf den Nahrungscharakter ohne Einfluß bleibt, seien der Vollständigkeit halber erwähnt.

Wir sehen, daß der ganze Darm des *Spatangus purpureus* stets mit Bodenmaterial prall erfüllt ist. Das Bodenmaterial ist ziemlich grob, so wie es Untersuchungen der Bodenproben zeigen, nicht etwa so fein, wie es sich z. B. im Darm von *Schizaster fragilis* findet, welcher offenbar alle gröberen Bodenbestandteile sorgfältig vermeidet.

Die Hauptnahrungsobjekte des *Spatangus purpureus* bilden die Mollusken und Foraminiferen, zwei Bestandteile, welche niemals im Spatangusdarme fehlen. Diesen schließen sich die Würmer und Echinodermen an. An fünfter Stelle stehen die Crustaceen, denen die Coelenteraten und Algen als weniger wichtige Nahrungsbestandteile folgen.

Angaben über Nahrung von *Spatangus purpureus* finden wir in der Literatur bei Möbius und Bütschli[24]): „Der ganze Darm von *Spatangus purpureus* war in der Regel prall angefüllt mit sandigem Schlick, in welchem viel Foraminiferen und Stacheln von Echinodermen enthalten waren". Ferner schreibt Petersen[27]): „Sie lieben groben braunen Sand, und von solchen Bestandteilen findet man häufig den Darm erfüllt".

Zum Schluß möchte ich noch das Vorkommen von Nematoden erwähnen, welche als Parasiten im Darm des *Spatangus purpureus* schmarotzten. Ich fand diese Würmer bei 4 Exemplaren. Der Name Detritusfresser würde für diesen Seeigel nicht passend sein. Unter Detritus versteht man eine auf dem Meeresboden lagernde Schicht, welche aus abgestorbenen und in Zerfall begriffenen pflanzlichen und tierischen, zu Boden sinkenden Organismen gebildet wird. Der Seeigel durchpflügt nun aber nicht diese Schicht, sondern den darunterliegenden Meeresboden, und dessen Bewohner dienen ihm zur Nahrung.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 4a. Größe 75 mm.

Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus, *Pleurosigma* und Chaetoceras. Rotaliden, *Rhabdammina* und einige andere Foraminiferenschalen. *Distephanus speculum.* Zahlreiche Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 Cardium. Vereinzelte Algenstückchen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 4a. Größe 72 mm.

Diatomeen: zahlreich. Viele Rotaliden und *Nodulina.* 28 *Rhabdammina.* Schalenfragmente von Peridineen. 1 Nematod (Parasit). Zahlreiche Echinoideenstacheln. Bruchstücke und einige Jugendformen von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina,* 4 *Arca (?).* Florideenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis. Mehrere Schleimklumpen, deren Inhalt nicht erkennbar war.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 4a. Größe 63 mm.
Diatomeen: häufig, besonders Coscinodiscus, *Navicula,* Chaetoceras. Rotaliden, *Nodulina,* 32 *Rhabdammina*-Röhren und Bruchstücke anderer Foraminiferen. Coelenteraten: vereinzelte Nadeln und Schwammstückchen. 2 Nematoden (Parasiten). Serpulidenröhren (Euchone). Bruchstücke von Wurmröhren (Terebelliden). Zahlreiche Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, 1 *Arca,* 1 *Acera bullata.* Crustaceen: einzelne kleine Fragmente. Ziemlich häufig Florideenstücke (?). Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Umrindete Cysten, Tintinnopsis, Fischschuppen.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 31. Größe 30 mm.
Diatomeen: häufig, *Pleurosigma, Navicula,* Chaetoceras, Coscinodiscus. Rotaliden, *Nodosaria, Psammosphaera,* Milioliniden, *Rhabdammina*-Röhren, 1 *Lagena. Distephanus speculum,* Schalenfragmente von Peridineen. *Dictyocha.* Viele Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 *Corbula gibba,* einige *Tellina.* Borsten, Beine und Antennen kleiner Krebse, 1 Ostracodenschale *(Conchoetia?).* Einige Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. *Tintinnus accuminatus,* Tintinnopsis, Trichodesmium, *Ova hispida.*

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 31. Größe 29,5 mm.
Diatomeen: zahlreich. *Rhabdammina*-Röhren, *Nodosaria.* Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen. Vereinzelte Polychaetenborsten. Vereinzelte Fragmente von Echinoideen. Bruchstücke kleiner Lamellibranchiaten. Borsten und Beine kleiner Krebse, Ostracodenschalen *(Conchoetia?).* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. *Tintinnus accuminatus,* Tintinnopsis, *Ova hispida.*

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 46,5 mm.
Diatomeen: ziemlich häufig. Rotaliden, *Nodulina,* Milioliniden. *Saccammina,* zahlreiche *Rhabdammina*-Röhren und Bruchstücke anderer Rhizopodenschalen. *Dictyocha.* Hydroidpolypen, Stücke von Schwämmen. Mehrere Röhrenfragmente von Serpuliden. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten häufig, 2 Pteropodenschalen *(Limacina).* Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente, 1 Bein einer größeren Crustacee. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis, *Tintinnus accuminatus.*

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 50 mm.
Diatomeen: zahlreich, besonders Coscinodiscus, Chaetoceras, *Pleurosigma, Navicula.* Bruchstücke von Foraminiferen. *Distephanus speculum.* Würmer: Weichkörper und Borsten, 1 Wurmröhre (Serpuliden). Zahlreiche Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, *Tellina.* Fragmente kleiner Krebse, 1 Copepod. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis. Ganzes Gewicht 28 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 15 Gramm.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. IV. N. 6a. Größe 65 mm.
Diatomeen: zahlreich. Zahlreiche Rotaliden, *Nodulina, Textularia,* Milioliniden, *Rhabdammina* und Fragmente anderer Foraminiferen. *Dictyocha,* Fragmente von Peridineenschalen. 1 Nematod (Parasit). Weichkörper und Röhrenfragmente von Polychaeten. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Pteropodenschalen *(Limacina).* Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, Tintinnopsis. Ganzes Gewicht 52 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 30 Gramm.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. IV. N. 6a. Größe 58,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus und *Navicula.* Rotaliden, *Textularia,* Milioliniden, *Saccammina, Rhabdammina. Dictyocha,* Fragmente von Peridineenschalen. Vereinzelte Schwammstücke und Nadeln. Fragmente von Wurmröhren, *Pectinaria.* Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Littorina.* Vereinzelte Stücke von größeren Algen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten. Ganzes Gewicht 45 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 24 Gramm.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 31. Größe 35,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodosaria,* Rotaliden, *Rhabdammina, Nodulina. Dictyocha, Distephanus speculum.* Fragmente von Wurmröhren *(Pectinaria).* 1 Nematod (Parasit). Einige

Spongiennadeln. Echinodermen: ein kleiner Seeigel (Echinocardium). Zahlreiche Fragmente, Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, *Tellina*. 1 *Arca*, 2 *Montacuta*. Crustaceen: einige Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, Tintinnopsis.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 31. Größe 30 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Rhabdammina* und Bruchstücke von Foraminiferen. Fragmente von Peridineenschalen. *Distephanus speculum*. Würmer: Fragmente von Polychaeten (Kiefer und Borsten, Weichkörper), Kalkröhren, Spirorbis. Echinodermen: ziemlich zahlreiche Fragmente. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten *(Tellina)*. Crustaceen: kleine Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 48,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodosaria, Textularia,* Rotaliden. *Distephanus speculum*. Vereinzelte Spongiennadeln. Bryozoenstücke *(Membranipora),* Röhren von Euchone. Echinodermen: einige Schalenfragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 3 *Tellina,* 1 Mytilus (?), zahlreiche Pteropoden *(Limacina)*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis, *Tintinnus accuminatus*.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 43,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Miliolinden, *Nodulina,* Rotaliden. *Distephanus speculum*. Vereinzelte Schwammstücke und Spongiennadeln. Fragmente von Wurmröhren. 1 Spirorbis. Einige Fragmente von Echinoideen. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten. Mytilus, *Tellina,* Pteropoden. Crustaceen: kleine Fragmente, 1 Ostracodenschale. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. XI. N. 11. Größe 36,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden. Weichkörper und Röhrenfragmente von Serpuliden, Röhren von Euchone. Zahlreiche Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Littorina*. Zahlreiche Pteropodenschalen *(Limacina)*. Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Echinocardium flavescens (O. F. Müller).

Von *Echinocardium flavescens* habe ich 17 Tiere auf ihren Darminhalt untersucht. Die Fundorte sind verschieden, sie liegen in der Nordsee. Die Größe der untersuchten Exemplare schwankt zwischen 17 und 40 mm. Trotz der verschiedenen Größen und der verschiedenen Fangzeiten und Fundorte, bei denen auch die Tiefenverhältnisse beträchtlich voneinander abweichen, finden wir bei allen Tieren eine fast völlig übereinstimmende Nahrung, nämlich die für Spatangoiden typische: Meeresboden und dessen Bewohner. Vor allem kommen Mollusken und Foraminiferen in Betracht, denen sich an einigen Stellen die Würmer zugesellen. Als den Hauptbestandteil der Nahrung haben wir bei *Echinocardium flavescens* die Mollusken anzusehen, sie fehlen niemals. In erster Linie fallen die zahlreichen Bruchstücke kleiner Lamellibranchiaten in die Augen. Da ihr Auftreten im Darm sehr viel zahlreicher als im Bodenmaterial von dem gleichen Fundort ist, so dürfte dadurch der Wert der Mollusken für die Ernährung erwiesen sein. Neben den Fragmenten kommen zahlreiche völlig erhaltene oder vom Darmsekret umhüllte (auf diese Vorgänge komme ich im zweiten Teil der Abhandlung zu sprechen) Exemplare vor. *Tellina,* Cardium, *Montacuta, Acera, Hydrobia* und *Corbula* treten am häufigsten auf. Pteropodenschalen, besonders *Limacina,* findet man zuweilen in großer Menge. Von der Häufigkeit der Mollusken im Darm eines Echinocardium mögen einige Beispiele Zeugnis ablegen: In einem Tier (10), dessen Gesamtgewicht 8,3 gr, und dessen Darminhaltsgewicht nur 4,5 gr betrug, fand ich außer zahlreichen Bruchstücken von Lamellibranchiaten 45 *Limacina,* 7 Cardium, 1 *Acera,* einige *Hydrobia* und 2 *Montacuta*. In einem anderen Tier (12) waren zahlreiche Bruchstücke, 2 *Montacuta* und 22 *Tellina* vorhanden. Die Mollusken bilden also die Hauptnahrung. Neben ihnen kommen in bedeutend geringerer Masse die Foraminiferen in Betracht. Sie fehlen niemals und finden sich immer so zahlreich, daß ein Aufsuchen dieser Tiere oder wenigstens der von ihnen am dichtesten bevölkerten Punkte durch den Seeigel angenommen werden muß. Rotaliden treten

sehr häufig auf; ihnen schließen sich *Nodulina,* Milioliniden und *Rhabdammina* an. Weniger zahlreich sind *Textularia* und *Saccammina.* Die Würmer und Crustaceen bilden einen unerheblichen Bestandteil des Darminhaltes. Von den Würmern dienen die *Sedentaria* dem Seeigel zur Nahrung. Fragmente von Wurmröhren, wie Kalkröhren von Serpuliden und Weichkörper mit Borsten von Polychaeten fand ich häufig. In vielen Fällen fehlten die Würmer im Darminhalt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Crustaceen. Bei vielen Tieren fehlen sie, bei einigen kommen spärliche Reste vor, bei wenigen fand ich Crustaceenreste in größerer Menge. Hier bildeten dann Beine, Antennen, Cerci usw. eine wirre Masse. Kleine Copepoden kommen bisweilen vor. Doch ist es möglich, daß es sich nur um abgeworfene Häute handelt, da ein Inhalt bei diesen kleinen Tieren nicht festzustellen war. Auch die Echinodermen kann ich nicht als bedeutenden Nahrungsbestandteil ansehen. Zwar kommen einzelne Fragmente stets vor, aber es handelt sich oft um Reste größerer Tiere, welche von dem Echinocardium nicht überwältigt sein können, oder um Echinidenstacheln, welche man überall im Bodenmaterial der Nordsee findet. Daher ist ein zufälliges Aufnehmen zugleich mit dem Bodenmaterial wahrscheinlich. Nur wenn es sich um zahlreiche Fragmente kleiner Seeigel handelt, müssen diese Reste für die Nahrung in Betracht gezogen werden. Die Coelenteraten sind in sehr geringem Maße vertreten. Meistenteils fehlen sie, nur bei 2 Tieren habe ich ihre Reste im Darm angetroffen. Einmal handelte es sich um einige Nadeln von Spongien, welche möglicherweise zufällige Bestandteile des Bodenmaterials waren, das andere Mal um wenige Stücke von Hydroidpolypen. Diatomeen sind stets zahlreich, besonders Coscinodiscus, daneben *Biddulphia,* Chaetoceras, *Rhizosolenia* und *Navicula. Dictyocha* und Schalenfragmente von Peridineen zeigten sich vereinzelt. Algenstücke finden sich zuweilen als kleine spärliche Fragmente. Neben den anfangs erwähnten Sekretballen, welche Muschelschalen enthalten, kommen solche vor, deren Inhalt aus Chitinstückchen oder unkenntlicher Masse besteht. Letztere sind häufig und zerfallen leicht bei der Berührung. Ferner möchte ich noch Tintinnopsis, *Tintinnus accuminatus,* Cysten und einige Ascidien, wahrscheinlich *Cynthia,* erwähnen.

Das Resultat der Nahrungsuntersuchungen für *Echinocardium flavescens* ist demnach folgendes: Der Darm ist stets mit Bodenmaterial prall angefüllt. Für die Nahrung kommen die Bewohner des Meeresbodens in Betracht. Die Mollusken überwiegen alle anderen Nahrungsbestandteile. An zweiter Stelle stehen die Foraminiferen; in geringem Maße kommen Würmer und Crustaceen für die Ernährung in Frage, selten sind Echinodermen und Coelenteraten sowie Algen vertreten.

In der Literatur fand ich von Nahrungsangaben über *Echinocardium flavescens* nur eine kurze Bemerkung bei Petersen[27]): „Den Darm habe ich gefüllt mit Bodenmaterial getroffen".

Zum Schluß sei auch hier das Vorkommen von Nematoden erwähnt, welche im Darmlumen von *Echinocardium flavescens* häufig schmarotzen.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 32. Größe 35,5 mm.
Diatomeen: zahlreich. *Nodulina* und Rotaliden, Schalenfragmente von Peridineen, *Dictyocha.* Vereinzelte Spongiennadeln. Vielfach Weichkörper und Borsten von Polychaeten, 1 Nematod (Parasit). Einige Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, vereinzelt kleine *Tellina.* Crustaceen: zahlreiche kleine Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 32. Größe 25,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Milioliniden, Rotaliden. Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, Mytilus und *Tellina.* Crustaceen: zahlreiche Fragmente, Copepoden. Darm völlig vom Bodenmaterial erfüllt.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 32. Größe 30 mm.
Diatomeen vorhanden, besonders Coscinodiscus. *Rhabdammina.* Rotaliden. Wurmröhrenfragmente und Weichkörper von Würmern. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, *Tellina.* Crustaceen: einige kleinere Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. *Tintinnus accuminatus,* 1 Ascidie *(Cynthia ?).*

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 32. Größe: 40 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodulina,* Rotaliden, *Dictyocha.* Fragmente von Wurmröhren, zahlreiche Polychaetenborsten, 1 Nematod (Parasit). Fragmente von Echinoideen. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 Cardium, 4 *Tellina.* Zahlreiche Fragmente kleiner Krebse. Vereinzelte

größere Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Ganzes Gewicht 14,5 Gramm. Gewicht des Darminhalts 7,5 Gramm.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 39. Größe 23 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Wenige Rotaliden. Einige Stücke von Hydroidpolypen. Einige Echinoideenstacheln. Vereinzelte Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 39. Größe 20 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodulina, Rhabdammina,* Rotaliden, Foraminiferenfragmente. Vereinzelte Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina.* Vereinzelte Stücke größerer Algen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 18 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Milioliniden, Rotaliden, Foraminiferenfragmente. Viele Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 3 Sekretballen.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 17 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Milioliniden, *Nodulina,* Rotaliden. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. 1 Algenstück. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 61. Größe 17 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten. Einige Algenstückchen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Ganzes Gewicht 1,3 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 0,7 Gramm.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 04. VIII. N. 3. Größe 33,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, Coscinodiscus, *Rhizosolenia, Navicula,* Chaetoceras. *Nodulina,* 2 Milioliniden, Rotaliden, 14 *Rhabdammina,* Foraminiferenfragmente. Ceratienarme. 1 Nematod (Parasit). Echinoideenreste. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 7 Cardium, 2 *Montacuta,* 1 *Acera,* 1 *Hydrobia,* 45 Pteropodenschalen *(Limacina).* Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 15 Sekretballen. Ganzes Gewicht 8,3 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 4,5 Gramm.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 04. H. VII. Stat. 30. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, Milioliniden, *Saccammina, Rhabdammina.* Ein Nematod (Parasit). Röhrenfragmente, Weichkörper und Borsten von Polychaeten. 1 Serpulidenröhre. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, 1 Cardium, 3 *Saxicava (?).* 1 Copepod. Darm vom Bodenmaterial völlig gefüllt. 5 Sekretballen.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 64. Größe 34,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, 10 Milioliniden, *Rhabdammina,* Foraminiferenfragmente. Weichkörper und Kiefer von Polychaeten. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 22 *Tellina,* 2 *Montacuta.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 20 Sekretballen.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 12. Größe 21,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Rhabdammina,* Rotaliden. Fragmente von Peridineenschalen, *Dictyocha.* Echinoideenstacheln. Fragmente von Lamellibranchiaten, 3 *Tellina.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 5 Sekretballen.

Nr. 14. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 12. Größe 26,5 mm.
Diatomeen: Coscinodiscus, *Biddulphia, Rhizosolenia.* Rotaliden, *Saccammina.* Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina,* 2 *Hydrobia.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 38 Sekretballen.

Nr. 15. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 12. Größe 26 mm.
Diatomeen: zahlreich. Rotaliden, Milioliniden, *Rhabdammina.* Echinoideenreste. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina,* 2 *Hydrobia.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 14 Sekretballen, 1 Ascidie.

Nr. 16. Fangzeit und Fangort 04. VIII. N. 1. Größe 26,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Rotaliden, 10 Milioliniden. Schalenfragmente von Peridineen. Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina,* 1 *Corbula gibba.* Vereinzelte Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 12 Sekretballen.

Nr. 17. Fangzeit und Fangort 04. VIII. N. 1. Größe 34,5 mm.
Diatomeen: vereinzelt. *Textularia,* Rotaliden, 9 Milioliniden. Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 Cardium, 5 *Corbula gibba.* 1 *Acera.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis, 2 Sekretballen. Ganzes Gewicht 11,6 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 6 Gramm.

Echinocardium cordatum (O. F. Müller).

Eine sehr große Ähnlichkeit in den Bestandteilen des Darminhaltes mit *Echinocardium flavescens* zeigt *Echinocardium cordatum.* Zur Untersuchung der Nahrung standen mir 11 Exemplare des Seeigels zur Verfügung. Die Fundorte erstrecken sich auf vier verschiedene Stationen. Die Größe dieser untersuchten Echinocardien war ziemlich übereinstimmend; sie bewegte sich zwischen 33 und 42 mm. Die Befunde des Darminhaltes schließen sich aufs engste denen des *Echinocardium flavescens* an. Auch hier finden wir trotz der verschiedenen Fundorte eine weitgehende Übereinstimmung der Nahrungsweise. Die Nahrung ist die für Spatangiden in Betracht kommende, nämlich, da Nahrungsaufnahme durch Fortbewegung im Boden nur möglich ist, Meeresboden und die in ihm lebenden Organismen. Auch bei *Echinocardium cordatum* stehen in erster Reihe die Mollusken, denen sich die Foraminiferen anschließen. Würmer kommen nur zuweilen zahlreich vor. Coelenteraten sind etwas reichlicher vertreten, als bei dem vorhergehend beschriebenen Echinocardium. Mollusken fand ich in dem Darm von *Echinocardium cordatum* so zahlreich, daß sie stets als hervorragendster Bestandteil in die Augen fallen. Sie kommen im Darm viel häufiger vor, als im Meeresboden selbst, so daß auch hier ein Aufsuchen derselben oder doch der von ihnen am stärksten bevölkerten Punkte durch den Seeigel wahrscheinlich ist. Stets findet man Schalenfragmente in großer Menge, *Tellina* kommt am häufigsten vor, ihnen schließen sich *Littorina* und *Hydrobia* an. In einem *Echinocardium cordatum* (11) fand ich nicht weniger als 10 *Tellina* und *Littorina,* teils bereits vom Darmsekret umschlossen, neben zahlreichen sonstigen Schalenfragmenten. Pteropodenschalen habe ich bei *Echinocardium cordatum* nicht angetroffen. Die Mollusken bilden die Hauptnahrung des *Echinocardium cordatum.* Ihnen schließen sich die Foraminiferen an. Diese treten im Darm in größerer Menge auf, als man gewöhnlich im Bodenmaterial findet, so daß man auch hier ein Aufsuchen derselben oder der von ihnen besuchtesten Stellen durch den Seeigel annehmen muß. Rotaliden kommen bei allen Tieren zahlreich, teils im Darmsekret eingehüllt, vor. Besonders häufig sind *Nodulina* und die Röhren von *Rhabdammina,* sowie Milioliniden, während sich *Saccammina, Nodosaria* und *Lagena* nur vereinzelt zeigen. Wie die Foraminiferen gegenüber den Mollusken von geringerer Bedeutung sind, so stehen wieder die Würmer gegen die Foraminiferen beträchtlich zurück. Bei 4 Tieren habe ich Würmer oder deren Fragmente nicht gefunden, bei den übrigen waren Wurmröhrenstücke nicht selten. Kalkröhren und solche aus Sand oder aus Kalkstücken von Muschelschalen zusammengefügte konnte ich feststellen. Weichkörper mit Borsten von Polychaeten und Kiefer dieser Würmer habe ich vereinzelt gefunden. Es ist zu ersehen, daß die Würmer an gewissen Fundorten einen beträchtlichen Bestandteil der Nahrung des *Echinocardium cordatum* ausmachen. Weniger zahlreich vertreten sind die Coelenteraten. Sie fehlen in einigen Fällen, in anderen fand ich nur wenige Nadeln von Spongien, aus deren Auffinden ein Schluß auf die Nahrung nicht gemacht werden darf, da solche Nadeln im Bodenmaterial häufig anzutreffen sind, und daher eine zufällige Aufnahme mit dem Bodenmaterial nicht ausgeschlossen ist. In einem Exemplar fand ich Spongienstücke mit Nadeln; dadurch ist die Zugehörigkeit der Spongien zu den Nahrungsbestandteilen dieses Seeigels erwiesen. Bei mehreren Tieren fand ich Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Den Coelenteraten folgen als unbedeutender Nahrungsbestandteil die Crustaceen. Bei mehr als der Hälfte der Echinocardien fehlen sie. Außer einem größeren Fragment trifft man vereinzelte Stückchen kleinerer Crustaceen, so daß diese Tiere für die Ernährung des Seeigels nur in geringerem Maße in Betracht kommen. Dabei ist immer vorausgesetzt, daß nicht

abgeworfene Häute in den Darm zufällig mit aufgenommen wurden; denn ein Inhalt der Tiere war nicht festzustellen.

Schließlich kommen von größeren Tieren noch die Reste von Echinodermen in Frage. Häufig handelt es sich auch hier um Seeigelstacheln und wenige Schalenfragmente von Seeigeln. Wie ich wiederholt hervorhob, sind diese fast regelmäßig Bestandteile des Meeresbodens, und ich möchte daher ein so gelegentliches Vorkommen, wie es bei diesem Echinocardium der Fall ist, als eine zufällige Aufnahme zugleich mit dem Bodenmaterial ansehen. Diatomeen fand ich in ziemlicher Menge. Coscinodiscus, *Biddulphia, Pleurosigma* und *Navicula* bilden die häufigsten Erscheinungen. Flagellaten treten in geringer Menge auf. *Dictyocha, Distephanus speculum,* Prorocentrum und viele Schalenfragmente von Peridineen, wohl meist Ceratien, wurden festgestellt. Größere Algen sind nur in vereinzelten Fällen vorhanden; bei 3 Exemplaren konnte ich spärliche Algenreste erkennen. Schließlich möchte ich noch auf die sehr häufige Bildung von Sekretballen, auf welche ich später noch näher zu sprechen kommen werde, hinweisen. Bei den meisten Tieren fand ich diese Klumpen in großer Zahl. In einem Exemplar von 42 mm Durchmesser, einem Gesamtgewicht von 16,7 Gramm und einem Gewicht des Darminhaltes von 8,5 Gramm, waren 22 dieser Sekretballen vorhanden, deren Inhalt von 2 Chitinstückchen, 3 z. T. schon stark zersetzten *Tellina,* einer *Littorina,* einem Hydroidpolypenstück und von 2 Schalenfragmenten von *Littorina (?)* gebildet wurden; bei den übrigen war der Inhalt nicht mehr festzustellen. In einem anderen Echinocardium von 38 mm Größe befanden sich 22 Sekretballen mit verschiedenem Inhalt. Cysten, Tintinnopsis, Holz und Chitinstückchen, Fischschuppen, *Cynthia* kommen vereinzelt vor.

Aus den vorliegenden Untersuchungen folgt für die Nahrung von *Echinocardium cordatum* das gleiche Resultat wie für *Echinocardium flavescens.* Der Darm ist mit Bodenmaterial stets prall angefüllt und die Bewohner dieses Meeresbodens bilden die Nahrung des Seeigels. In erster Linie sind die Mollusken hervorzuheben. Als zweiten Bestandteil zeigen sich die Foraminiferen, denen sich die Würmer anschließen. Dann folgen Coelenteraten und Crustaceen; Echinodermen und Algen kommen selten in Betracht. Bemerkenswert ist die häufige Bildung von Sekretballen.

In der Literatur finden wir über die Nahrung von *Echinocardium cordatum* eine kurze Angabe bei Petersen[27]): „Sein Darm war immer mit Bodenmaterial angefüllt."

Eine Notiz bei Meißner und Collin[22]): „Viele junge Exemplare von *Ophioglypha albida* in dem Darm der zerbrochenen Echinocardien" steht mit meinen Ergebnissen nicht im Einklang.

Zum Schluß möchte ich auch bei *Echinocardium cordatum* das Vorkommen von Nematoden erwähnen, welche als Parasiten im Darm dieses Seeigels leben.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 33 mm.
Diatomeen: vorhanden, *Biddulphia,* Coscinodiscus. Rotaliden und *Nodulina* zahlreich. Fragmente sonstiger Foraminiferenschalen. Schalenfragmente von Peridineen. *Dictyocha, Distephanus speculum.* Vereinzelte Spongiennadeln. Fragmente von Wurmröhren, Weichkörper mit zahlreichen Borsten und Kiefer von Polychaeten. Vereinzelte Reste von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse. Einige Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Rhabdammina,* Rotaliden, *Nodulina.* Schalenfragmente von Peridineen. Coelenteraten: einige Nadeln. Fragmente von Wurmröhren. Vereinzelte Reste von Echinoideen. Bruchstücke von kleinen Lamellibranchiaten, Jugendformen von *Tellina.* Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, Tintinnopsis.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden, Coscinodiscus. *Nodulina,* Rotaliden, *Nodosaria,* Fragmente anderer Foraminiferen. *Distephanus speculum.* Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia).* Röhrenfragmente, Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Zahlreiche Reste von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 34,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, Coscinodiscus. Rotaliden, Fragmente anderer Foraminiferen. Wurmröhrenfragmente, Weichkörper und Borsten von Polychaeten. Zahlreiche Reste von Echinoideen. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 3 *Tellina*. Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, Tintinnopsis, 3 Sekretballen.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Textularia, Nodulina, Nodosaria,* Milioliniden, *Rhabdammina,* Fragmente sonstiger Foraminiferen. Stücke von Hydroidpolypen. 1 Nematod (Parasit). Polychaetenborsten und Wurmröhrenfragmente. Reste von Echinoideen. Zahlreiche Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, 5 *Tellina*. Vereinzelte Fragmente kleiner Krebse, 1 größere Schere. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, 22 Sekretballen.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 03. V. N. 13a. Größe 37 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodulina,* Rotaliden, Fragmente anderer Foraminiferen. Vereinzelte Spongiennadeln. Vereinzelte Reste von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina*. Fragmente kleiner Krebse. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 1 Fischschuppe, 5 Sekretballen. Ganzes Gewicht 10,6 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 5,6 Gramm.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 04. V. N. 15. Größe 41,5 mm.
Diatomeen: zahlreich, Coscinodiscus, *Biddulphia, Pleurosigma, Navicula. Nodulina, Lagena,* Rotaliden, *Rhabdammina*. Fragmente von Peridineenschalen, Prorocentrum. *Distephanus speculum*. Echinodermen: vereinzelte Fragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Tellina*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten *(Ova hispida),* 1 Ascidie *(Cynthia?),* 12 Sekretballen.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 3. Größe 38 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Zahlreiche Rotaliden und *Nodulina, Nodosaria. Distephanus speculum*. Zahlreiche Echinoideenstacheln. Zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 5 *Tellina*. 1 Algenstück. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, 20 Sekretballen.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 3. Größe 33 mm.
Diatomeen: *Pleurosigma, Navicula,* Coscinodiscus. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen. *Distephanus speculum*. Viele Fragmente von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 3 *Tellina,* 1 *Littorina*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, 17 Sekretballen.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 58. Größe 38 mm.
Diatomeen: Coscinodiscus, *Biddulphia*. Zahlreiche Rotaliden, 8 Milioliniden, *Nodosaria (?),* Fragmente anderer Foraminiferen. *Distephanus speculum,* Prorocentrum. Einige Spongiennadeln und Schwammstückchen. Weichkörper und Röhren von Polychaeten. Vereinzelte Echinoideenfragmente. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 7 *Tellina,* 1 *Hydrobia*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 1 *Cynthia (?)*. 22 Sekretballen.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 03. B. VII. Stat. 58. Größe 42 mm.
Diatomeen: vorhanden. 5 Milioliniden, Rotaliden, *Rhabdammina*. Hydroidpolypenstücke. Würmer: Röhrenfragmente. Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 10 *Tellina,* 1 *Littorina*. Vereinzelte Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 21 Sekretballen. Ganzes Gewicht 16,7 Gramm. Gewicht des Darminhaltes 8,5 Gramm.

Brissopsis lyrifera (Forb.).

Bei *Brissopsis lyrifera* habe ich den Darminhalt von 10 Exemplaren untersucht; alle stammen aus der Nordsee. Der Darm war, wie der sämtlicher Spatangiden, mit Bodenmaterial angefüllt, doch waren gröbere Bestandteile sorgfältig vermieden. Die Nahrungsaufnahme wird durch das Vorwärtskriechen im Meeresgrund bewirkt; daher ist der Darminhalt der für Spatangiden typische, nämlich Meeresboden und seine Bewohner. Einen Hauptbestandteil der Brissopsisnahrung bilden die Foraminiferen. Bei allen Tieren fanden sie sich in beträchtlicher Zahl, besonders Rotaliden waren stets häufig; ferner traten *Nodulina* und *Textularia* hervor, weniger häufig waren *Rhabdammina, Saccammina,* Milioliniden, *Nodosaria* und *Lagena* vorhanden. Unbestimmbare Schalenbruchstücke zeigten sich häufig. Auch die Würmer, besonders die

röhrenbewohnenden, bilden einen beträchtlichen Nahrungsbestandteil. Bei 6 Tieren fand ich Wurmröhren, wahrscheinlich Terebelliden und Serpuliden, in größerer Zahl, ferner bei anderen Exemplaren sonstige Fragmente von Würmern, wie Borsten, Mandibeln und Weichkörper. Einige Bryozoenstückchen fanden sich in dem Darm eines Tieres. Als dritter Bestandteil des Darminhaltes kommen die Mollusken in Betracht. Bei allen Tieren fanden sich Schalenfragmente von Lamellibranchiaten. Jugendformen von *Tellina* und Fragmente von Cardium ließen sich feststellen. Algenstücke, teilweise sogar in ziemlicher Menge, kamen bei einigen Exemplaren vor. Diatomeen finden sich zahlreich, besonders Coscinodiscus, Chaetoceras, *Rhizosolenia* und *Biddulphia*. Doch werden diese als Nahrung kaum von Wert sein, sondern ihre Aufnahme ist zufällig mit dem Bodenmaterial erfolgt, oder sie sind als Nahrungsbestandteile gefressener Tiere anzusehen. Dasselbe gilt von den Flagellaten; von ihnen fand ich vereinzelte Peridineenfragmente und Distephanus. Als wichtiger Nahrungsbestandteil erscheinen wieder die Coelenteraten, obgleich auch sie, soweit ich es nach dem geringen Untersuchungsmaterial beurteilen kann, keine allzu große Rolle spielen. Bei mehreren Tieren fand ich Fragmente und Nadeln von Schwämmen, bei einem Exemplar vereinzelte Fragmente von Hydroidpolypen, wahrscheinlich von *Sertularia*. Schließlich kämen noch Echinodermen und Crustaceen in Frage. Von ersteren finden sich im Darminhalt fast aller Tiere vereinzelte Fragmente. Da es sich aber meistenteils um Stacheln handelt, glaube ich, hieraus nicht auf die Nahrung einen Schluß machen zu dürfen; es wird sich um abgeworfene Stacheln handeln, welche zufällig in den Darm gelangt sind. Crustaceen scheinen kaum in Betracht zu kommen. Nur bei einem Tier (Nr. 5) habe ich ein Fragment eines kleinen Krebses gefunden. Schließlich seien noch Tintinnopsis, umrindete Cysten und eine Ascidie, wahrscheinlich *Cynthia*, genannt. Von den schon bei anderen Spatangiden erwähnten Sekretballen fand ich bei mehreren Tieren eine ziemliche Anzahl. Der Inhalt des Klumpens war fast immer zersetzt und nicht mehr erkennbar; in vier Ballen waren Rotaliden nachzuweisen. In der Literatur finden wir von Angaben über die Nahrung von *Brissopsis lyrifera* eine kurze Notiz bei Petersen[27]: „Der Darm ist immer mit Bodenmaterial gefüllt". — Der Darminhalt besteht aus Meeresboden und dessen Bewohnern. Nach dem Gesagten möchte ich als Hauptnahrung von *Brissopsis lyrifera* die Foraminiferen und Lamellibranchiaten hinstellen, zu denen die röhrenbewohnenden Polychaeten hinzukämen. Weitere Nahrungsbestandteile bilden Coelenteraten und Algen. Dagegen kommen Echinodermen und Crustaceen für *Brissopsis lyrifera* als Nahrung nicht in Betracht.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 35 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodulina*, Rotaliden, Foraminiferenfragmente. Fragmente von Peridineenschalen, *Distephanus speculum*. Röhrenfragmente und Borsten von Polychaeten. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Vereinzelte Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 42 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus, Chaetoceras, *Rhizosolenia, Biddulphia*. Rotaliden, *Textularia* und *Nodulina* zahlreich. Schwammstückchen. Zahlreiche Röhrenfragmente von Terebelliden und Serpuliden. Echinoideenreste. Jugendformen von Lamellibranchiaten. Florideenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 30 mm.
Diatomeen: vorhanden, *Biddulphia*. Rotaliden. Vereinzelte Fragmente von Hydroidpolypen. Röhrenfragmente, Kiefer und Weichkörper von Polychaeten. Mehrfach Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Zahlreiche Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 2. Größe 35 mm.
Diatomeen: vorhanden, Coscinodiscus. Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen. Vereinzelte Schwammstückchen. Echinoideenstacheln. Jugendformen von Lamellibranchiaten *(Tellina)*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 04. H. III. Stat. 2. Größe 41 mm.
Diatomeen: vorhanden, *Biddulphia* und Coscinodiscus. *Nodosaria (?), Lagena*, Rotaliden. Fragmente von Peridineenschalen. Fragmente von Hydroidpolypen *(Sertularia)*. Vereinzelte Bryozoenfragmente *(Membranipora)*. Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten (teilweise

besetzt mit Foraminiferen), 1 *Arca*. Fragmente eines kleinen Krebses. Vereinzelte Algenstücke. 7 Sekretballen.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 36 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Textularia, Nodulina,* Rotaliden, *Rhabdammina*. Einige Spongiennadeln. Würmer: Röhrenfragmente *(Pectinaria)*. Vereinzelte Echinoideenreste. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Einige kleine Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 1 *Cynthia (?)*. 2 Sekretballen.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden. Rotaliden, *Nodulina, Saccammina,* Miliolíniden, *Rhabdammina*. Würmer: Röhrenfragmente und einige Borsten. Echinoideenreste. 1 *Tellina*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis. 2 Sekretballen.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 30,5 mm.
Diatomeen: vorhanden, besonders Coscinodiscus. *Nodulina,* Rotaliden, *Nodosaria*. Prorocentrum. Vereinzelte Schwammstücke. Würmer: Fragmente feiner Sandröhren. Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Einige Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 2 Sekretballen.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 29 mm.
Diatomeen: vorhanden, Coscinodiscus. *Textularia,* Rotaliden, *Saccammina, Rhabdammina*. Borsten und Mandibeln kleiner Polychaeten. Bruchstücke von Lamellibranchiaten. Einige Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 5 Sekretballen.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 03. B. III. Stat. 41. Größe 25 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Foraminiferenfragmente, Rotaliden, *Textularia, Rhabdammina,* Miliolíniden. Weichkörper mit Borsten von Polychaeten. Vereinzelte Echinoideenfragmente. Bruchstücke von Cardium, Jugendformen von *Tellina*. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten. 4 Sekretballen.

*Schizaster fragilis**) (Dub. u. Kor.)?

Von *Schizaster fragilis* standen mir 13 Exemplare für die Untersuchung des Darminhaltes zur Verfügung. Leider stammen alle 13 Tiere von demselben Fundort und alle waren zur selben Zeit gefangen worden. Aus diesem Umstande erklärt sich eine auffällige Gleichmäßigkeit der Nahrungsbestandteile. Die Aufnahme der Nahrung geschieht durch Fortbewegung im Boden, daher ist der Darminhalt der für Spatangiden typische, nämlich Meeresboden und die in demselben lebenden Bewohner. Die Größe der verarbeiteten Individuen ist ziemlich gleichmäßig und liegt zwischen 31,5 und 44 mm. Der Darm ist prall mit Bodenmaterial auf seiner ganzen Länge gefüllt. Als die zahlreichsten Nahrungsbestandteile treten uns bei *Schizaster fragilis* die Foraminiferen entgegen. Bei allen Tieren waren sie in so großer Menge vertreten, daß man sie trotz ihrer geringen Größe als Hauptnahrung dieses Seeigels betrachten kann. In erster Linie finden wir die Rotaliden, die der Nahrung den Charakter verleihen. Neben den Rotaliden kommen in geringerer Menge *Nodulina, Textularia* und *Saccammina* vor. Zahlreich sind zuweilen auch die Röhren von *Rhabdammina*. Dagegen treten Miliolíniden und *Lagena* vereinzelt auf.

Den zweiten Hauptbestandteil der Nahrung bilden die Mollusken. Sie finden sich bei allen Exemplaren außer bei dreien. Hauptsächlich fand ich kleine Exemplare von Lamellibranchiaten vor, wie *Tellina* oder Mytilus. In einzelnen Fällen traf ich *Hydrobia,* doch nur kleinere Individuen. Häufig treten Pteropodenschalen auf, die ich meist als *Limacina* ansprechen konnte; im übrigen findet man nur Schalenfragmente. Alle übrigen Tiere bilden nur gelegentlich vereinzelte Nahrungsbestandteile. Von Coelenteraten habe ich nur in einem Falle einige Spongiennadeln gefunden, aus deren Vorhandensein ein Schluß auf die Nahrung nicht gezogen werden darf, da sie zufällig im Bodenmaterial vorhanden gewesen sein können. Die Würmer

*) Nach der Bestimmung durch Dr. Süßbach handelt es sich hier um *Schizaster fragilis*. Auf Grund späterer Untersuchungen erklärte Dr. Breckner diesen Seeigel für identisch mit *Brissopsis lyrifera*. Ich glaube nicht, daß diese von mir untersuchten Exemplare *Brissopsis lyrifera* waren; da aber das Material nicht mehr vorhanden war, so war die nachträgliche Bestimmung unmöglich.

liefern ebenfalls nur einen geringen Beitrag zur Nahrung. In einigen Fällen fand ich Schalen von Spirorbis. Bei einem Tier traten einige Polychaetenborsten auf. Bei fünf Exemplaren fand ich Crustaceenreste, doch waren diese meist klein und in so geringer Anzahl, daß auch sie auf die Ernährung von Schizaster nicht von großem Einfluß sein können. Schließlich kommen noch die Echinodermen in Frage. Von diesen findet man ausschließlich kleine Fragmente. Aber wie ich schon wiederholt erwähnte, zeigen sich solche Funde fast stets in den Untersuchungen von Bodenproben aus der Nordsee. Diatomeen fand ich in geringer Menge, Flagellaten sind selten. Einmal traf ich eine *Dictyocha,* in einem anderen Falle mehrere Schalenfragmente von Peridineen. Größere Algen kommen so gut wie gar nicht in Betracht, nur bei einem Tier fand sich ein Algenstückchen. Zum Schluß möchte ich noch das gelegentliche Vorkommen von Tintinnopsis, Cysten (umrindete Cysten), Fischschuppen und Ascidien hervorheben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Darm von *Schizaster fragilis* stets mit Bodenmaterial prall erfüllt ist, in dem sich Foraminiferen in großer Anzahl befinden. Diese bilden die Hauptnahrung des Seeigels. In zweiter Linie kommen für die Ernährung die Mollusken, Lamellibranchiaten und Pteropoden in Betracht. Coelenteraten, Würmer, Echinodermen und Crustaceen findet man gelegentlich, sie sind aber für die Ernährung nicht von Belang. Dasselbe gilt von den Algen.

In der einschlägigen Literatur liegt über die Nahrung von *Schizaster fragilis* nichts vor.

Nr. 1. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 43 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Textularia, Nodulina, Saccammina, Lagena, Rhabdammina.* Coelenteraten: vereinzelte Nadeln. Spirorbis. Echinodermen: vereinzelte Reste. Jugendformen von Lamellibranchiaten. Crustaceen: vereinzelte kleine Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 2. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 44 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Nodulina, Textularia, Rhabdammina.* Echinodermen: vereinzelte Reste. *Tellina* und *Hydrobia.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 3. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 34 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Sehr zahlreiche Rotaliden, *Nodulina* und *Rhabdammina.* Würmer: vereinzelte Borsten. Echinodermen: vereinzelte Reste. Jugendformen von Lamellibranchiaten, 1 *Tellina.* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. 1 Fischschuppe.

Nr. 4. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 38 mm.
Diatomeen: vereinzelt. Zahlreiche Foraminiferen, Rotaliden, *Lagena, Saccammina, Textularia,* Miliolíniden. *Dictyocha.* Echinoideenstacheln. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis, 2 Fischschuppen.

Nr. 5. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 43,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Foraminiferen, Rotaliden, *Lagena, Textularia, Saccammina, Nodulina,* Foraminiferenfragmente. Pteropodenschalen *(Limacina).* Crustaceen: vereinzelte Reste. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten.

Nr. 6. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 39,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Rotaliden, *Nodulina, Textularia.* Spirorbis. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 2 *Hydrobia.* Crustaceen: vereinzelte Reste. Einige Algenstücke. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten.

Nr. 7. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 38 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Saccammina, Textularia, Nodulina,* Rotaliden, *Rhabdammina,* Foraminiferenfragmente. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Crustaceen: vereinzelte Reste. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Tintinnopsis, 5 Ascidien.

Nr. 8. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 32 mm.
Diatomeen: vorhanden. *Nodulina,* Rotaliden, *Textularia* zahlreich. Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, 1 *Hydrobia,* 1 *Arca,* Pteropodenschalen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 9. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 44 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Foraminiferenfragmente, *Nodulina, Saccammina,* Rotaliden, *Textularia, Rhabdammina.* Vereinzelte Echinoideenstacheln. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, Jugendformen von *Tellina.* Crustaceen: vereinzelte Fragmente. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt. Cysten, Ascidien.

Nr. 10. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 34,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Foraminiferenfragmente, Rotaliden, *Nodulina, Textularia.* Vereinzelte Echinoideenfragmente. Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, 5 Pteropodenschalen *(Limacina).* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 11. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 31,5 mm.
Diatomeen: vorhanden. Zahlreiche Foraminiferenfragmente, *Textularia, Saccammina, Nodulina,* Rotaliden. Schalenfragmente von Peridineen. Spirorbis. Vereinzelte Echinoideenstacheln. Jugendformen von Lamellibranchiaten. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 12. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 34 mm.
Diatomeen: vorhanden. Sehr zahlreiche Foraminiferenfragmente, Rotaliden, *Nodulina, Textularia, Saccammina.* Im übrigen ließen sich weder tierische noch pflanzliche Reste nachweisen. Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Nr. 13. Fangzeit und Fangort 06. II. N. 7. Größe 32 mm.
Diatomeen: ziemlich häufig. Zahlreiche Foraminiferenfragmente, *Rhabdammina,* Rotaliden, *Saccammina, Nodulina, Textularia.* Echinoideenreste. Mehrere Pteropodenschalen *(Limacina).* Darm vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Über die Nahrung der Spatangoiden im allgemeinen, sowie über die Art und Weise der Nahrungsaufnahme dieser Tiere finden sich in der Literatur vielfach Angaben. Eine merkwürdig erscheinende Beschreibung der Lebensweise der irregulären Seeigel gibt Robertson*): „Herzigel graben sich in den Sand ein, die Tiere leben im Meeressande in kleinen Löchern, die durch einen 15 bis 20 mm langen federkielstarken Kanal mit der Oberfläche des Sandes in Verbindung stehen. Durch den Kanal, welcher mit schleimiger Flüssigkeit ausgekleidet ist und zur Nahrungs- und Wasseraufnahme dient, sendet der Herzigel seine langen, armähnlichen Saugfüßchen hinauf, welche kleine Sandpartikelchen und organische Teilchen mit in die Tiefe nehmen". Den Darm der Tiere fand Robertson*) mit Sandkörnern und dergleichen angefüllt, doch glaubt er, daß das aufgenommene Material wieder durch den Mund ausgebrochen wird, da er im analen Teil des Darmes dergleichen Sandpartikelchen niemals gefunden hat. Von den übrigen Autoren dagegen wird stets die Eigenart dieser Tiere, ihren Darm prall mit Bodenmaterial anzufüllen, hervorgehoben. So schreibt Hoffmann[18]): „Die Spatangusarten kommen mehr an sandigen Küsten vor und leben meist in großer Zahl beieinander. Der Darmkanal ist fast immer mit Sand strotzend gefüllt. Mit diesem Sand sind Überreste von Weichtieren, Krebsen, Echiniden, Ophiuren, Asteriden, Spatangen und Diatomeen vermischt". Bei Köhler[21]) findet sich folgende Aufzeichnung: „Die beiden Darmwindungen sind völlig mit Sand gefüllt, mit kleinen Muscheln, Foraminiferen, Nahrungsstückchen aller Art". Ähnliche Angaben finden wir bei Ludwig und Hamann[2]): „Die Spatangen leben mehr an sandigen Stellen, wo sie sich in größerer Zahl beieinander an ausgetieften Stellen aufhalten. Sie bevorzugen (nach Hoffmann) solche ausgetieften Stellen, wo sich Steine angesammelt haben". — „Osler schildert, wie die Spatangen sich mit ihren feinen Stacheln in den Sand eingraben". — „Die zahnlosen Formen leben von den organischen Stoffen, die mit dem Sand und dem Schlamm in die Mundöffnung aufgenommen werden, den Darm oft prall anfüllen. Der Darmkanal der Spatangen, der fast immer mit Sand angefüllt ist, barg Überreste von Weichtieren, Krebsen, anderen Echinodermen, Diatomeen usw., die durch die löffelartig ausgehöhlte Unterlippe, die stark hervorragt und bei der Bewegung wie eine Art Pflug wirkt, mit dem Sand in die Mundöffnung hineingetrieben werden". Demnach scheint das völlige Anfüllen des Darmkanales mit Bodenmaterial bei allen Spatangoiden vorzukommen. Ich habe es bei allen untersuchten Arten gefunden. Es wird infolgedessen bei den irregulären Seeigeln das Gewicht des gefüllten Darmes oder des gesamten Darminhaltes

*) Robertson: Notes on *Ampidetus cordatus.* Quart. Journ. micr. sc. 1871. Vol. XI. pag. 25.

stets im Verhältnis zur Größe des Tieres ungefähr dasselbe sein, nämlich, wie ich auf Grund verschiedener Erprobungen feststellen konnte, beträgt es fast die Hälfte des Gewichtes des ganzen Tieres; dagegen macht das Gewicht der Leibeshöhlenflüssigkeit nur ungefähr ein Fünftel des Gesamtgewichtes aus.

Gewichtstabelle.

	Größe	Gewicht	Darminhalt
Spatangus purpureus (7)	50 mm	28 gr	15 gr
„ „ (8)	65 „	52 „	30 „
„ „ (9)	58,5 „	45 „	24 „
Echinocardium flavescens (4)	40 „	14,5 „	7,5 „
„ „ (9)	17 „	1,3 „	0,7 „
„ „ (10)	33,5 „	8,3 „	4,5 „
„ „ (17)	34,5 „	11,6 „	6 „
„ *cordatum* (6)	37 „	10,6 „	5,6 „
„ „ (11)	42 „	16,7 „	8,5 „

Diese Wägungen wurden an konserviertem Material vorgenommen, also ohne das Gewicht der Leibeshöhlenflüssigkeit zu berücksichtigen. Wie ich später an frischen Tieren feststellen konnte, beträgt das Gewicht derselben immer fast ein Fünftel des Ganzen. Dieser Wert wäre also hinzuzufügen, um das wahre Gesamtgewicht des Tieres zu erhalten. Dann ist das Gewicht des Darminhaltes nicht ganz die Hälfte des Gesamtgewichtes. Das Gewicht des Darmes selbst ist äußerst gering. Zu gleichen Resultaten kam auch Hoffmann[18]). Er gibt von einem Spatangus als ganzes Gewicht 263 Gramm an. „Der Darm leer wog 4 Gramm, der Darminhalt 128 Gramm. Bei den Spatangen beträgt also der Inhalt des Darmes die Hälfte des Gewichtes des ganzen Tieres, während der Darm selbst noch kein Sechzigstel wiegt". Es wird auch von den meisten Forschern angegeben, daß sich die Spatangoiden stets nur auf Sand- oder Schlickboden aufhalten, was bei dieser eigentümlichen Ernährungsweise nicht anders zu erwarten sein kann. Die von mir untersuchten Arten stammen alle aus der Nordsee und dem Skagerrak, aus Tiefen von 18 bis 300 m. Über die Nahrungsaufnahme selbst möchte ich folgende Angaben hervorheben. C. K. Hoffmann[18]) schreibt: „Für die Aufnahme der Nahrung kommt ihnen die löffelartig ausgestülpte Unterlippe zustatten. Wenn das Tier sich auf dem Boden fortbewegt, wird der Sand in den Mund getrieben. Die Unterlippe wirkt also wie ein Pflug. Mit dem Sande kommen die damit vermischten Überreste von Tieren, kleine Mollusken etc., in den Darm. Die Nahrungsaufnahme ist nur durch die Bewegung möglich". Ähnlich äußert sich Köhler[21]): „Es gibt keinen Muskel als Verbindung mit der Oberlippe, welche ihr ein freiwilliges Öffnen und Schließen erlauben würde. Die geringe Bewegung, ebenso wie der Eintritt der Stoffe in den Darm, scheint sich auf rein mechanische Weise zu vollziehen".

Ich habe einige lebende Seeigel in einem mit reinem Seewasser gefüllten Aquarium gehalten, um zu sehen, ob ohne Nahrungsaufnahme die Exkremente aus dem Darm ausgeschieden wurden. Dies war nicht der Fall, auch war eine Bewegung am Darm des aufgeschnittenen Tieres nicht wahrzunehmen. Wenn man nun die verhältnismäßig sehr gering ausgebildete Darmmuskulatur dieser Tiere berücksichtigt, so scheint die Annahme nicht ausgeschlossen, daß die Ausstoßung der Nahrung hauptsächlich durch den Druck der nachdringenden Nahrungsmassen möglich ist und so die ganze Fortbewegung der Nahrungsmassen im Darm zum großen Teil auf der Vorwärtsbewegung des Tieres beruht. Dadurch würde sich auch die überaus starke Befestigung des Darmes durch zahlreiche Mesenterien erklären. Da jedoch die mir zu Gebote stehenden Seeigel durch den Transport zu sehr gelitten hatten, um als beweiskräftiges Material gelten zu können, so müßten diese Versuche zunächst an lebenskräftigen Tieren vorgenommen werden.

Da die Ernährungsweise der Spatangoiden von derjenigen der regulären Seeigel völlig verschieden ist, so werden durch diese auch einige Abweichungen im Bau des Darmes bedingt. Köhler[21]) schreibt hierüber folgendermaßen: „Andere Verschiedenheiten im Bau des Darmes sind durch die verschiedene

Lebensweise bedingt und nur durch äußere Umstände hervorgerufen. Der Darm eines regulären Seeigels würde nicht einem Tier genügen, welches nur feste Stoffe frißt, Sand und Trümmer von Muschelschalen. Daher sehen wir ihn bei den Spatangen viel dickere Wände erreichen und sich an die innere Schalenwand durch starke Mesenterien anheften, welche die Windungen des Darmes, der stets von groben Substanzen erfüllt ist, in ihrer Lage halten".

Aus den angeführten Aufzeichnungen geht mit Übereinstimmung hervor, daß als Nahrung für die Spatangoiden Meeresboden und die in ihm lebenden Tiere anzusehen sind, im Gegensatz zu den regulären, welche zumeist eine räuberische Lebensweise führen. Wenn nun auch hierbei ein vollkommen mechanisches Sichhindurchfressen durch den Meeresboden stattfindet und keine Auswahl der einzelnen Nahrungsbestandteile wahrscheinlich ist, so muß doch wohl angenommen werden, daß die Seeigel diejenigen Stellen des Meeresgrundes aufsuchen, welche besonders eine der betreffenden Art am meisten zusagende Nahrung, seien es nun Mollusken, Foraminiferen oder Würmer, enthält und daß dadurch eine Verschiedenheit in der Hauptnahrung der Arten entsteht. Ich möchte im folgenden die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchungen kurz zusammenfassen.

Spatangus purpureus: Hauptnahrung: 1. Mollusken, 2. Foraminiferen, weniger häufig: 3. Würmer, 4. Echinodermen, selten: 5. Crustaceen, 6. Coelenteraten, 7. Algen. Darm aller Tiere mit Bodenmaterial völlig angefüllt.

Echinocardium flavescens: Hauptnahrung: 1. Mollusken, 2. Rhizopoden, ziemlich häufig: 3. Würmer, seltener: 4. Crustaceen, 5. Echinodermen, vereinzelt: 6. Coelenteraten, 7. Algen. Darm aller Tiere mit Bodenmaterial völlig erfüllt.

Echinocardium cordatum: Hauptnahrung: 1. Mollusken, ziemlich häufig: 2. Foraminiferen, 3. Würmer, selten: 4. Coelenteraten, 5. Crustaceen, 6. Echinodermen, 7. Algen. Darm aller Tiere mit Bodenmaterial völlig erfüllt.

Schizaster fragilis: Hauptnahrung: 1. Foraminiferen, weniger häufig: 2. Mollusken, selten: 3. Coelenteraten, 4. Würmer, 5. Echinodermen, 6. Crustaceen, 7. Algen. Darm aller Tiere vom Bodenmaterial völlig erfüllt.

Brissopsis lyrifera: Hauptnahrung: 1. Foraminiferen, 2. Mollusken, ebenfalls sehr häufig: 3. Polychaeten (röhrenbewohnende), selten: 4. Coelenteraten, 5. Algen. Darm aller Tiere mit Bodenmaterial völlig erfüllt.

Im großen und ganzen ist die Nahrung ziemlich gleichförmig. Mollusken und Foraminiferen bilden die Hauptnahrung, nur mit dem Unterschied, daß bei der einen Art die ersteren, bei der anderen die letzteren stärker hervortreten. Bei einigen Arten bilden die Röhrenwürmer den dritten Bestandteil des Darminhaltes. Alle übrigen Tiere sowie auch Pflanzen kommen für die Spatangoidennahrung nur in beschränktem Maße in Frage.

Schließlich wäre noch hervorzuheben, daß einige Arten (z. B. Spatangus) ihren Darm mit ziemlich groben Bestandteilen des Meeresgrundes füllen, während wieder andere (z. B. Brissopsis) einen äußerst feinen Darminhalt erkennen lassen. Ob dieser Umstand lediglich mit dem Vorkommen dieser Arten auf bestimmtem Boden in Zusammenhang zu bringen ist, ist durch vergleichende Untersuchungen zu entscheiden.

Es ließe sich also folgende Liste der Nahrungsbestandteile der Spatangoiden aufstellen, geordnet nach der Menge und der Häufigkeit ihres Vorkommens:

I. Hauptnahrung: a) Mollusken, b) Foraminiferen, c) Würmer (bisweilen selten).

II. Gelegentlich auftretende Nahrung: d) Coelenteraten, e) Echinodermen, f) Crustaceen, g) Algen. Darm stets erfüllt vom Bodenmaterial.

Aus den angeführten Beobachtungen geht die Verschiedenheit der Nahrung und Ernährungsweise der verschiedenen Echinoideenarten hervor. Man findet unter ihnen vier verschiedene Gruppen. Erstens Tiere, die sich von kleinen, am Boden oder in dessen Nähe lebenden Organismen ernähren. Zu ihnen gehören die wenigsten Seeigel, hauptsächlich scheinen Vertreter der bohrenden Arten sowie *Echinocyamus pusillus* auf diese Nahrung angewiesen zu sein.

Eine zweite Gruppe der Seeigel bilden solche Tiere, die ihren Darm völlig mit Meeresboden erfüllen und sich von den darin befindlichen Organismen ernähren. Zu dieser Klasse gehören wahrscheinlich sämtliche Spatangoiden *).

Bei diesen Tieren geschieht die Nahrungsaufnahme durch Fortbewegen, indem sie mit Hilfe der vorstehenden Unterlippe den Meeresboden durchpflügen und durch Vorwärtsschieben des Körpers den Meeresboden in den Darm hineindrängen.

Die dritte Art, welche man nach der Nahrung unterscheiden kann, wären solche Tiere, die sich hauptsächlich von vegetabilischer Kost, besonders Algen, ernähren. Hierzu sind einige Arten der *Regularia* zu stellen; doch scheint die Zahl solcher pflanzenfressenden Arten nur gering zu sein. Die vierte Gruppe endlich bilden die von animalischer Kost lebenden und ein räuberisches Leben führenden Seeigel.

Zu diesen gehört die große Mehrzahl der bei uns lebenden regulären Seeigel. Nach den Befunden des Darminhaltes ernähren sie sich von Würmern, Hydroiden und Crustaceen; in den Aquarien erwiesen sich diese Tiere als sehr gefräßige Räuber, und nach den verschiedenen Beobachtungen sind sie wohl imstande, durch ihre Saugfüßchen, zum Teil sogar durch geschickt angebrachte Maskierungen, sich ihrer Beutetiere zu bemächtigen und sie mit Hilfe ihres starken Kauapparates zu bewältigen. Eine einheitliche Nahrung, so wie für Asteriden und Ophiuren, läßt sich für die Seeigel infolge ihrer ganz verschiedenen Lebensweise nicht aufstellen.

IV. Holothurien.

Über Holothurien habe ich selbst keine Nahrungsuntersuchungen ausführen können. Ich muß mich darauf beschränken, die Angaben verschiedener Autoren anzuführen, um dadurch einen Überblick über die Nahrung dieser Tiere zu gewinnen. Unter den Holothurien haben wir zwei Gruppen zu unterscheiden, welche sowohl in der Nahrung als auch in der Ernährungsweise sich verschieden verhalten. Die Tiere der einen Gruppe füllen ihren Darm vollständig mit Bodenmaterial und ernähren sich von den in ihm lebenden Tieren. Hierzu gehören die meisten Aspidochiroten. Die Vertreter der anderen Gruppe bleiben meist auf einem Punkt längere Zeit fest sitzen und leben von dem, was sich an ihren ausgebreiteten Fühlern festsetzt. Diese Tiese sind Planktonzehrer. Zu ihnen gehört die Mehrzahl der Dendrochiroten. Bei einigen Arten der letztgenannten Tiere jedoch scheint das Vorhandensein von Bodenmaterial auf eine andere Art der Ernährung hinzuweisen. So berichtet Petersen [27]) von der *Cucumaria pentactes,* daß er im Darm Sand und Schlick mit Diatomeen gefunden habe. Nach Angaben von Grave [13]) verhält sich ein anderer Angehöriger der Dendrochiroten, *Thyone briareus,* bei der Aufnahme der Nahrung folgendermaßen: „Das Tier wischt mit den Fühlern im Sande umher, bis sie sich mit Sandkörnern und Diatomeen bedeckt haben; dann werden sie einzeln in den Mund gesteckt und durch den geschlossenen Mund wieder herausgezogen, wobei alle Anhängsel in den Mund abgestreift werden. Zum größten Teil scheinen jedoch die Dendrochiroten zu den Planktonzehrern zu gehören. Die Art und Weise der Nahrungsaufnahme geht deutlich aus verschiedenen Aquarienbeobachtungen von Noll [25]), Dohrn [7]) und Graeffe [12]) hervor. Noll [25]) beobachtete diese Vorgänge an *Cucumaria planci:* „Die Nahrung besteht in kleinen Gegenständen, die von dem Wasserstrom mitgebracht werden und an den feinen Zweigen der Tentakelkrone hängen bleiben. Denn wie ein Spinngewebe halten die Ästchen der Kiemenkrone alles fest, was mit ihnen in Berührung kommt. Langsam zieht sich einer der acht großen Arme nach dem anderen zusammen, biegt sich um, taucht in den Mund hinab und wird von diesem unter Beihilfe eines sich ebenfalls umschlagenden kleinen Armes abgestreift und wieder entfaltet. Auch bei nur halb ausgestreckter Kiemenkrone findet diese Art der Nahrungsaufnahme statt. Einmal sind es leblose Körperchen organischer Natur, also verwesende Substanzen, oder vom Boden und den Wänden aufgerührte Schlammteilchen, die in dieser Weise verzehrt werden, dann aber auch lebende Dinge, Diatomeen sowohl, die von dem Wasserstrom mitgenommen werden, als insbesondere auch kleine Tiere, Infusorien, Crustaceen und selbst Quallen. Daß Tierchen vorzugsweise

*) Man kann den Darminhalt der Spatangoiden als Bodenprobe ansehen und aus dem Befund des Darminhaltes einen Schluß auf die Beschaffenheit des Meeresbodens ziehen. Einige Beobachtungen habe ich weiter hinten zusammengestellt.

gesucht werden, zeigt sich allemal dann auffällig, wenn solche in größeren Mengen in dem Aquarium auftreten. Dies war der Fall, als die Larven der Schwimmkrabbe in Unzahl das Wasser belebten, und ebenso ist es im Winter, wenn kleine Quallen in größerer Zahl umherschwimmen. Die Seegurke ist dann jedesmal möglichst weit entfaltet und läßt sich selbst durch härtere Berührungen, die ihr sonst sehr unangenehm sind, nicht lange an der Entwickelung ihrer Tentakelkrone stören. Sie empfindet es also jedesmal sehr bald, wenn Speise in Fülle vorhanden ist, und ihrer Tätigkeit allein muß ich es zuschreiben, daß die jedes Jahr bei mir erscheinenden Quallen nach wenigen Tagen wieder verschwinden, obgleich es auch diesen an Nahrung nicht völlig mangelt. Fütterungsversuche gelingen nur mit stark zerkleinerten Nahrungsstoffen, wie z. B. mit zerriebenem Fleisch von Miesmuscheln, in dem alle einigermaßen größeren Stückchen, welche auf die Tentakeln gelangen, durch Einziehung oder Auseinanderweichen der von ihnen berührten Ästchen abgeworfen werden". Noch eingehender schildert Schmidt[31]) die Nahrungsaufnahme bei *Cucumaria communis:* „An einer Stelle zwischen zwei großen Fangarmen stehen zwei kleinere, ähnliche Gebilde, welche höchstens 8 bis 10 mm lang sind, dicht nebeneinander. Dieselben haben vier Äste, von denen zwei senkrecht emporstehen, während die anderen beiden horizontal nach außen gerichtet sind. Wenn nun ein Fangarm mit der von ihm erhaschten Nahrung sich in die Mundöffnung hinabgesenkt hat, so daß seine ganzen Verästelungen verschwunden sind, dann deckt sich einer der kleinen darüber, und zwar in der Weise, daß die beiden, im Stande der Ruhe nach oben gerichteten Äste in die Öffnung hineingeschoben werden, während sich die horizontalen Zweige flach darüber legen. In dieser Stellung verharrt derselbe, bis der eigentliche Fangarm wieder ganz zutage getreten ist, und dann hält er noch einen Moment die Mundöffnung verschlossen, oder taucht wohl gar noch etwas tiefer in dieselbe hinab. Über den Zweck dieser Vorrichtung kann kein Zweifel herrschen, denn ganz sicher besteht derselbe darin, die Nahrungsstoffe von dem Fangarm abzustreifen und dieselben in dem Munde festzuhalten. Die kleinen Arme treten gewöhnlich in der Weise in Tätigkeit, daß jeder mit dem Fangarm seiner Seite gemeinsam arbeitet, doch kommt auch ein abwechselndes Wirken ohne Rücksicht auf die Stellung der Fangarme vor. Offenbar liefern die Unmassen von Infusorien, welche unser Aquarium beherbergt, den Seegurken reichliche Nahrung, denn man sieht dieselben fast unausgesetzt mit Fressen beschäftigt". Auch Graeffe[12]) spricht über diese Art der Ernährung bei Holothurien: „Die Bewegung der langen, baumförmig verzweigten Tentakeln der *Cucumaria* ist eigentümlich. Von Zeit zu Zeit sieht man plötzlich bald den einen, bald den anderen derselben sich etwas kontrahieren und dann nach dem Munde umbiegen, um gleich wieder seine frühere Stellung einzunehmen. Nahrungseinfuhr oder Wasserwechsel ist wohl die Ursache der Tentakelbewegung dieser Cucumarien". Von einer anderen Holothurie beschreibt Dohrn[7]) die Ernährung: *„Pentacta* sucht einen Stein, ein Grogoridenbäumchen oder einen anderen hervorragenden Punkt auf, an dem sie sich festsetzt und nun monatelang sitzen bleibt. Zugleich streckt sie ihre Tentakeln zur vollen Höhe aus, die in ihren zahlreichen Verzweigungen wie ein Algenbusch erscheinen. In fast rhythmischer Aufeinanderfolge zieht sich dann ein Tentakel nach dem anderen langsam und vorsichtig zusammen, legt sich nach innen um und wird in die Mundöffnung gebracht. Sowie er darin völlig aufgenommen ist, legt sich einer der scheinbar rudimentären Tentakel, die nebeneinander befindlich sind, über die Mundöffnung, und bedeckt sie, bis ein zweiter Tentakel sich zusammengezogen, umgebogen und angeschickt hat, in die Mundöffnung einzugehen. Das Spiel der Tentakel geht fast ununterbrochen vor sich. Wie mir scheint, dient es zur Ernährung des Tieres. An die ausgebrachten Tentakel setzen sich kleine Tiere an, Copepoden, allerhand Larven etc. und werden von dem Tiere auf die beschriebene Weise in den Darm gebracht". Folgende Angaben entnehme ich Ludwig und Hamann[2]): Auch hier finden wir in bezug auf Nahrung und Ernährungsweise zwei Gruppen der Holothurien getrennt: „Die Nahrung besteht im allgemeinen aus allerlei lebenden und toten organischen Substanzen, welche bei den meisten Arten nicht rein, sondern zusammen mit Sand und Schlamm aufgenommen werden. Vorzugsweise handelt es sich dabei um kleine Tierformen und Bruchstücke von Tieren. Von *Phillofons mollis* wird angegeben, daß sie sich von Pflanzen ernähre. Da keinerlei besondere Organe zur Zerkleinerung der Nahrung vorhanden sind, so können größere Tiere nicht überwältigt werden. Im Darminhalt findet man außer größeren und kleineren Sand- und Schlammteilchen die Reste von kleinen Muscheln, Crustaceen, Würmern, Moostierchen, Korallen, Quallen, Foraminiferen, Radiolarien, Diatomeen, seltener von kleinen Fischen. Als typische Schlammfresser heben Danielsen und Koren ihre *Trocho-*

stoma thomovnii und Sluiter die *Holothuria squamifera* hervor. Tiedemann nennt bei *Holothuria tubulosa* insbesondere einhalb bis zwei Linien große Schalen von Strombus, *Terebra,* Buccinum, *Murex, Tellina,* Solen, Venus, *Donax*, Pecten. Im einzelnen scheint demnach eine gewisse Auswahl der Nahrung stattzufinden. Bei den meisten Aspidochiroten ist der Darminhalt in der Regel viel gröber und reichlicher mit Sand und dergleichen vermengt, als bei anderen, z. B. den meisten Dendrochiroten. Die Erklärung hierfür ergibt sich aus der Verschiedenheit der Nahrungszufuhr. Bei den Aspidochiroten wirken die Fühler nach Semper geradezu wie Schaufeln, die den Sand massenweise zum Munde bringen. Mit dem Sand nehmen sie zugleich Trümmer und Reste von Muschelschalen, Korallen, sowie Diatomeen, Infusorien und dergleichen auf. Die Dendrochiroten dagegen benutzen ihre Fühler als Köder, mit denen sie allerlei kleines Getier anlocken. . . . . Auch die Synaptiden führen in ähnlicher Weise wie die Dendrochiroten ihre Nahrung mit den Fühlern zum Munde. Quatrefages und Semon haben beobachtet, daß *Synapta*-Arten Sandkörner mit daransitzenden Tieren ergreifen und in den Mund abstreifen. Ob auch abgestorbene Tiere und Detritus gefressen werden, blieb ihnen zweifelhaft. Vermuten darf man, daß auch die Elasipoden und Molpadiden sich ebenso verhalten." Über eine *Synapta*-Art macht Petersen[27]) eine kurze Mitteilung. Er sagt von *Synapta inhaerens:* „Meist war der Darm angefüllt mit Bodenmaterial, welches Diatomeen enthielt." Auch Führt[11]) unterscheidet diese beiden Gruppen der Holothurien: „Die Aspidochiroten füllen ihren Darm völlig mit Sand. Die Dendrochiroten leben von mikroskopisch kleiner Nahrung durch Ablecken der Fühler." Bei Möbius und Bütschli[24]) finden sich folgende Angaben über Holothurien: „Der Darm ist in der Regel prall angefüllt mit unorganischen und organischen Bodenbestandteilen." In gleichem Sinne äußert sich Conheim[3]): „Frisch eingefangene Holothurien haben immer ihren gesamten Darm prall mit Meeressand gefüllt, in dem man gelegentlich Stückchen von Holz, Pflanzenteile, auch kleine Muscheln findet. Sie scheinen sich also wesentlich von dem Seesande mit den in ihm befindlichen lebenden und toten organischen Bestandteilen zu ernähren." Aus seinen Resultaten über die Untersuchungen des Stickstoffgehaltes im Darm der Holothurien im Vergleich zu dem des Seesandes schließt Conheim[3]), „daß die Holothurien außer dem Sande noch stickstoffhaltige organische Nahrung aufgenommen haben".

Aus diesen zahlreichen Angaben geht hervor, daß sich unter den Holothurien räuberisch lebende Tiere nicht befinden. Pflanzenfresser sind selten. Die große Mehrzahl der Arten scheint Planktonzehrer zu sein, die übrigen füllen, wie die Spatangiden, ihren Darm mit Meeresboden und ernähren sich von den in ihm lebenden Tieren.

Resultate.

Eine Eigenart aller von mir berücksichtigen Echinodermen, mit Ausnahme einiger Holothurien, welche ich als Planktonzehrer bezeichnete, ist, Bodenmaterial in größerer oder geringerer Menge in den Magen oder Darm aufzunehmen. Daher darf man vermuten, daß dasselbe für die Verarbeitung der Nahrung bei den Echinodermen eine wichtige Rolle spielt. Je unvollkommener die Zerkleinerungsapparate dieser Tiere sind, um so mehr Bodenmaterial wird aufgenommen. Ferner ist die Größe der Nahrungsbestandteile hierfür von Einfluß. So finden wir bei einzelnen, von kleinen Organismen lebenden Dendrochiroten nur wenig, bei den von Tieren des Meeresbodens sich ernährenden Aspidochiroten sehr viel Bodenmaterial, bei den mit einem Kauapparat versehenen Seeigeln, welche als Räuber lebend, ziemlich große Tiere fressen, bedeutend weniger Meeresboden, als bei den jeder Zerkleinerungswerkzeuge entbehrenden Spatangoiden. Ich stelle die Nahrung der verschiedenen Echinodermenarten, soweit dieselben im vorhergehenden berücksichtigt wurden, zusammen.

Asteriden (tierische Kost, Räuber): 1. Echinodermen, Mollusken, 2. Würmer, Crustaceen, 3. Foraminiferen, Algen.

Ophiuren (tierische Kost, Räuber): 1. Würmer, Crustaceen, Algen, 2. Echinodermen, Mollusken, 3. Coelenteraten.

Regularia (Räuber): 1. Hydroiden, Würmer, Crustaceen, 2. Echinodermen, Mollusken, Foraminiferen, 3. Algen, Ascidien.

Irregulares (Meeresboden und die in ihm lebenden Tiere): 1. Mollusken, Foraminiferen, 2. Würmer, Coelenteraten, 3. Echinodermen, Crustaceen, Algen.
Holothurien (a. Plankton, b. Meeresboden und die in ihm lebenden Tiere).

Die Mehrzahl der Echinodermen führt also ein räuberisches Leben und ernährt sich von tierischer Kost. Ausgenommen sind hiervon die Spatangoiden und Holothurien. Die Nahrung dieser Tiere weicht von derjenigen der übrigen Echinodermen ab wegen des Fehlens der Zerkleinerungswerkzeuge. Eine große Übereinstimmung in der Nahrungsweise besteht zwischen einigen Holothurien und den Spatangoiden. Beide füllen ihren Darm mit Meeresboden an; bei den Spatangoiden geschieht die Aufnahme durch das Vorwärtsdrängen des Körpers durch den Meeresgrund, bei den Holothurien wird es durch die schildartig ausgebildeten Tentakeln bewerkstelligt. Für die Räuber unter den Echinodermen kommen vor allem Würmer, Mollusken, Echinodermen, Crustaceen und Hydroiden als Nahrung in Frage. Daß die Würmer eine große Rolle für die Ernährung dieser Tiere spielen, geht daraus hervor, daß dort, wo viele Würmer leben, auch viele Echinodermen zu finden sind. Bei Möbius und Bütschli[24]) heißt es: „Die wurmreichen Stellen lieferten gewöhnlich auch viel Echinodermen. Der Reichtum vieler Stellen des Meeresgrundes an Echinodermen wird erklärlich, wenn man die Bestandteile in Betracht zieht. Er enthält nämlich viele tote organische Stoffe und viele kleine Tiere, welche den Echinodermen zur Nahrung dienen." Die Bedeutung der Mollusken als Echinodermennahrung ist stets hervorgehoben und durch die Versuche von Schiemenz[30]) mit *Asterias rubens* beleuchtet worden; die der Crustaceen geht aus vielfachen Aquarienbeobachtungen zur Genüge hervor. Auf die große Menge der Hydroiden, welche von einigen regulären Seeigeln hauptsächlich gefressen werden, und besonders auf die Echinodermen als Echinodermennahrung möchte ich hinweisen. Es wird vielfach angenommen, daß die Echinodermen außer im Larvenzustand anderen Tieren nicht zur Nahrung dienen. So erwähnt z. B. Graeffe[12]) in seinem Werk „Die Seetierfauna von Triest": „Schließlich sei hier noch bemerkt, daß die Echinodermen wohl nur im Larvenzustande zahlreichen Feinden als Nahrung dienen, daß aber die erwachsenen Stachelhäuter keine Feinde zu haben scheinen. Sei es, daß ein scharfer, unangenehmer Geruch, wie er bei den großen Seesternen beobachtet ist, sei es, daß der mit Kalk gepanzerte und mit Stacheln bewehrte Körper den meisten Seetiergaumen nicht behagt. Tatsache ist es, daß man nur selten, wohl mehr zufällig mit anderer Beute heruntergeschluckt, Echinodermenreste in dem Magen der größeren Seeraubtiere, als Fische, Crustaceen oder Mollusken, findet. In den Aquarien beobachtet man ebenfalls nie Angriffe von seiten der Mitbewohner desselben, und kann sich ferner davon überzeugen, daß die Echinodermen sich gegenseitig nicht fressen, sondern kleinere Arten ruhig unter und neben den großen Formen sich bewegen." Bei Meißner und Collin[22]) finden wir die Bemerkung, daß *Echinocyamus pusillus* häufig in großer Menge im Magen von Fischen angetroffen worden ist; v. Uexküll[34]) beobachtete, wie sich Amphiuren gegenseitig benagen, von *Asterias rubens* wurden Stücke toter Echinodermen gefressen; Semon*) beobachtete, daß Seewalzen und Seesterne die Lieblingsnahrung von Tritonium bilden**), und aus den angeführten Befunden des Darminhaltes ist sicher zu ersehen, daß die kleinen Echinodermen einen Hauptnahrungsbestandteil ihrer größeren Verwandten bilden.

Einige Beobachtungen über Bodenproben der Nordsee.

Der Darminhalt der Spatangoiden liefert uns ein Bild von der Beschaffenheit des Meeresbodens an dem betreffenden Fundort, indem der Meeresboden ohne Wahl durch die Fortbewegung des Tieres in den Darm gedrängt wird und hierbei höchstens sehr große Bestandteile umgangen werden. Ich habe nun in diesem Sinne auf Grund der Nahrungsuntersuchungen Beobachtungen von tierischen Resten in Bodenproben von Nordseestationen, von denen ich eine größere Anzahl Spatangoiden bearbeitet hatte, zusammengestellt. Durch Dr. Küppers***) wurden Bodenproben aus der Nordsee auf tierische Reste hin untersucht.

*) Semon: Über den Zweck der Ausscheidung von freier Schwefelsäure bei Meeresschnecken. Biol. Zentralbl. 9, 1890.
**) Nähere Angaben über die Auflösung der Kalkskelette der Echinodermen durch die Prosobranchier finden sich in: Führt, O., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903, p. 214 u. f.
***) Bericht über allgem. biolog. Meeresuntersuchungen von Prof. Dr. K. Brandt in Kiel. Sonderabdruck aus: Die Beteiligung Deutschlands a. d. intern. Meeresforschung. Jahresbericht IV./V. Berlin 1908.

Diese Ergebnisse habe ich, soweit die Fundorte übereinstimmen, zum Vergleich angeführt. Ferner wurden Meeresgrundproben der Untersuchungsfahrten von S. M. Knbt. „Drache" in der Nordsee durch v. Gümbel*) vorgenommen. Doch liegen nur sehr wenige dieser Fundorte in der Nähe der von mir berücksichtigten Stationen. Ich habe drei von diesen Stationen angeführt, nämlich zu N. 1, N. 6a und 04. III. Stat. 12. Alle übrigen liegen zu weit entfernt, um die Ergebnisse heranziehen zu können.

N. 1. Nach Küppers: „(Grauer Sand) tierische Reste spärlich und zwar Foraminiferenschalen, feine Nadeln (von Schwämmen?) und Bruchstücke von Muschelschalen." In *Echinocardium flavescens* (2 mal, 16 u. 17) fand ich: Diatomeen vereinzelt, Foraminiferen: Miliolíniden, Rotaliden, *Textularia.* Peridineen: In einem Tier Schalenfragmente. Stacheln und Schalenfragmente von Echinoideen. Bruchstücke von Lamellibranchiaten, ferner *Tellina,* Cardium, *Corbula gibba, Acera bullata.* In einem Tier kleine Algenstückchen. Tintinnopsis vereinzelt. Reste von Coelenteraten, Würmern und Crustaceen habe ich nicht gefunden. — Für die etwas östlich von diesem Punkte gelegene Station F. F. der Untersuchungsfahrten S. M. Knbt. „Drache" finden wir als organische Beimengungen der Bodenproben Bruchstücke von Muschelschalen in größerer Menge, sowie zahlreiche Foraminiferen, Echinidenstacheln, Spongiennadeln, Diatomeen und Coccolithe angegeben.

N. 3. Nach den Angaben von Küppers finden sich hier „wenig tierische Reste: Muschelstückchen (Pecten), Dentaliumschalen, Echinidenstacheln, Foraminiferenschalen". In einem *Echinocardium flavescens* (10) von diesem Fundort konnte ich an organischen Bestandteilen feststellen: Diatomeen (Coscinodiscus, *Rhizosolenia, Navicula,* Chaetoceras). Foraminiferen (zahlreiche *Rhabdammina, Nodulina,* Miliolíniden, Rotaliden und Bruchstücke), Peridineen (Ceratien), Echinoideenfragmente, Mollusken (zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, Cardium, *Montacuta, Acera, Hydrobia,* zahlreiche Pteropodenschalen, meist *Limacina),* vereinzelte kleine Crustaceenfragmente. Coelenteraten, Würmer und größere Algen habe ich nicht gefunden.

N. 4a. Nach Küppers: „Tierische Reste spärlich: Echinidenstacheln, Muschelstücke, Foraminiferenschalen." Bei 3 Exemplaren von *Spatangus purpureus* (1—3) fand ich zahlreiche Diatomeen (Coscinodiscus, Chaetoceras, *Pleurosigma, Navicula),* zahlreiche Foraminiferen**) (besonders *Rhabdammina, Nodulina,* Rotaliden). Schalenfragmente von Peridineen, *Distephanus speculum,* Coelenteraten (Schwammstückchen mit einzelnen Nadeln). Würmer (Euchoneröhren und Röhrenfragmente), zahlreiche Echinoideenstacheln, Mollusken (zahlreiche Bruchstücke und Jugendformen von Muscheln, Cardium, *Tellina, Acera, Arca?)* vereinzelt kleine Crustaceenfragmente, kleine Algenstückchen, *Ova hispida,* Fischschuppen.

N. 6a. Nach den Untersuchungen an 2 Exemplaren von *Spatangus purpureus* (8 u. 9) fanden sich Diatomeen (besonders Coscinodiscus und *Navicula),* zahlreiche Foraminiferen (Miliolíniden, *Textularia,* Rotaliden, *Rhabdammina, Nodulina, Saccammina,* Bruchstücke), Bruchstücke von Peridineenschalen, *Dictyocha,* vereinzelte Spongienstücke und Nadeln, Fragmente von Wurmröhren, zahlreiche Echinoideenstacheln, Mollusken (Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Littorina* (?), Pteropodenschalen, z. T. *Limacina),* vereinzelt kleine Crustaceenfragmente und Algenstücke, ferner Cysten und einige Tintinnopsis. — Die Untersuchung der von S. M. Knbt. „Drache" gefischten Bodenprobe von der Station A. A. (NW. von N. 6a) hat nach v. Gümbel folgendes Ergebnis: „Muschelschalenfragmente, Bryozoenstämmchen, zahlreiche Foraminiferen (Rotaliden, Truncatulinen u. a.) nebst den fast in allen Proben gefundenen kleinsten Echinidenstacheln finden sich in ziemlicher Menge vor. In den spärlichen feinsten Schlammteilchen wurden Diatomeen, Spongiennadeln und einzelne Coccolithe aufgefunden.

N. 7. Nach den Beobachtungen von Küppers befinden sich in der Grundprobe dieser Station nur „vereinzelte tierische Reste, nur Muschelbruchstücke". Auf Grund der Nahrungsuntersuchung an 13 Exemplaren von *Schizaster fragilis (?)* konnte ich folgende organische Reste feststellen: Diatomeen, sehr zahlreiche Foraminiferen und deren Bruchstücke (*Saccammina,* Miliolíniden, *Lagena,* Rotaliden, *Textularia, Nodulina).* Bruchstücke von Peridineenschalen, *Dictyocha,* vereinzelte Spongiennadeln, Spirorbis, einige Polychaetenborsten, Echinodermenfragmente, besonders Echinidenstacheln, viele Bruchstücke von Lamelli-

*) Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrten S. M. Knbt. „Drache" in der Nordsee. Berlin 1886.

**) Zahlreiche kleine Kalkröhren oder Nadeln möchte ich für Fragmente von Foraminiferen oder von zersetzten Muschelschalen halten.

branchiaten und deren Jugendformen, *Tellina, Hydrobia, Arca,* Pteropodenschalen (besonders *Limacina*), vereinzelte kleine Crustaceenfragmente und in einem Tier vereinzelte kleine Algenstückchen, ferner Ascidienstücke, Cysten und einzelne Fischschuppen.

N. 11. Aus den Nahrungsuntersuchungen an 5 Exemplaren von *Spatangus purpureus* (6, 7, 12—14) ergeben sich folgende organische Bestandteile des Meeresbodens: Diatomeen, bisweilen zahlreich (Coscinodiscus, Chaetoceras, *Navicula, Pleurosigma*), Foraminiferen und deren Bruchstücke, *Dictyocha, Distephanus speculum, Tintinnus accuminatus,* vereinzelte Schwammstückchen und Spongiennadeln, einige Stücke von Hydroidpolypen, viele Röhrenfragmente von Serpuliden, Weichkörper mit Borsten von Polychaeten, Spirorbis, *Membranipora,* Echinodermenfragmente (besonders Echinidenstacheln), zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten und Jugendformen derselben, Mytilus (?), *Littorina, Tellina,* häufig Pteropodenschalen (meist *Limacina*), kleine Crustaceenfragmente, Copepoden, Ostracodenschalen. Reste größerer Algen fehlen gänzlich.

N. 13a. Die organischen Reste dieser Bodenprobe sind nach den Nahrungsuntersuchungen an 6 Exemplaren von *Echinocardium cordatum* (1—6): Diatomeen (Coscinodiscus, *Biddulphia*), Foraminiferen und deren Bruchstücke (Miliolinіden, Rotaliden, *Nodulina, Rhabdammina*), Schalenfragmente von Peridineen, *Distephanus speculum, Dictyocha,* vereinzelte Spongiennadeln, Hydroidpolypen *(Sertularia)*, viele Bruchstücke von Wurmröhren, Weichkörper, Borsten und Kiefer von Polychaeten, Echinodermenreste, Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, *Tellina,* vereinzelte kleine Fragmente und eine größere Schere von Crustaceen, in einem Exemplar vereinzelte kleine Algenstückchen, viele Cysten, selten Tintinnopsis und Fischschuppen.

N. 15. Für diese Station kann ich nur die Befunde an einem Exemplar von *Echinocardium cordatum* (7) wiedergeben: zahlreiche Diatomeen, Foraminiferen (*Nodulina, Lagena, Rhabdammina,* Rotaliden), Fragmente von Peridineenschalen, *Distephanus speculum,* Prorocentrum, Echinodermenfragmente in geringer Menge, Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina,* Cysten und 1 *Cynthia* (?).

03. III. Stat. 3. In 2 Exemplaren von *Echinocardium cordatum* (8, 9) habe ich an organischen Resten gefunden: Diatomeen (Coscinodiscus, *Pleurosigma, Navicula*), Foraminiferen (*Nodulina,* Rotaliden), vereinzelte Schalenfragmente von Peridineen, *Distephanus speculum,* viele Reste von Echinodermen, besonders Echinidenstacheln, zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Littorina,* ein kleines Algenstück, Cysten.

03. III. Stat. 41. Die Ergebnisse für diesen Fundort stützen sich auf die Untersuchungen an 10 Exemplaren von *Brissopsis lyrifera* (1—10): Diatomeen (Coscinodiscus, *Biddulphia,* Chaetoceras, *Rhizosolenia*), Foraminiferen und deren Bruchstücke (Miliolinіden, *Saccammina, Rhabdammina, Textularia, Nodulina,* Rotaliden), Fragmente von Peridineenschalen, vereinzelt Prorocentrum und *Distephanus speculum,* vereinzelte Spongiennadeln und Schwammstückchen, viele Röhrenfragmente von Terebelliden und Serpuliden, vereinzelt Weichkörper, Borsten und Kiefer von Polychaeten, Echinoideenreste (Stacheln), Bruchstücke und Jugendformen von Lamellibranchiaten, *Tellina,* Algenstückchen, Cysten und 1 *Cynthia* (?).

03. VII. Stat. 58. Im Darm von 2 Exemplaren von *Echinocardium cordatum* (10, 11) konnte ich folgende organische Reste feststellen: Diatomeen (Coscinodiscus, *Biddulphia*), Foraminiferen und deren Bruchstücke (Miliolinіden, Rotaliden, *Nodulina, Rhabdammina*), Prorocentrum, *Distephanus speculum*, Tintinnopsis, Schwammstückchen und Spongiennadeln, Bruchstücke von Polychaetenröhren, einzelne Echinoideenreste, Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Hydrobia, Littorina,* vereinzelte kleine Algenstückchen und 1 *Cynthia* (?).

03. VII. Stat. 61. Der Darminhalt von 3 Exemplaren von *Echinocardium flavescens* (7, 8, 9) gibt folgendes Bild von der Bodenbeschaffenheit an organischen Resten: vereinzelte Diatomeen, Foraminiferen und deren Bruchstücke, Echinidenstacheln, zahlreiche Bruchstücke von Muschelschalen und Jugendformen von Muscheln, *Tellina,* vereinzelte kleine Algenstückchen.

04. III. Stat. 2. In 2 Exemplaren von *Brissopsis lyrifera* (4, 5) fand ich an organischen Resten: Diatomeen (Coscinodiscus, *Biddulphia*), Foraminiferen (*Lagena,* Rotaliden, *Nodulina*), Schalenstückchen von Peridineen, vereinzelte Spongienstückchen, *Sertularia, Membranipora,* Echinidenstacheln, Jugendformen und Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina* (?), *Arca,* vereinzelte kleine Crustaceenreste und wenige kleine Algenstückchen.

04. III. Stat. 12. Der Darminhalt von 3 Exemplaren von *Echinocardium flavescens* (13, 14, 15) zeigt an organischen Resten: Diatomeen (Coscinodiscus, *Biddulphia, Rhizosolenia*), Foraminiferen (Miliolinidеn, *Saccammina,* Rotaliden, *Rhabdammina*), Fragmente von Peridineenschalen, *Dictyocha,* Echinidenbruchstücke, ziemlich zahlreiche Reste von Muschelschalen, *Tellina, Hydrobia* und eine Ascidie. — Die in der Nähe gelegene Fangstation D. D. der Untersuchungsfahrten S. M. Knbt. „Drache" zeigt folgendes Ergebnis: „Rötlicher, sehr feinkörniger Quarzsand zeichnet sich besonders durch sehr zahlreiche, feinste Echinidennadeln aus. Überdies ist der Sand ziemlich reich an Foraminiferen und Schwammnadeln; mehr vereinzelt stellen sich abgeriebene Schalenfragmente von Muscheln und Schnecken, dann von Ostracodenschälchen ein. Auch der ziemlich reichlich vorhandene Schlamm beherbergt die gleichen Diatomeen" (*Gallionella,* Coscinodiscus) „und Spongiennadeln".

04. VII. Stat. 31. Der Meeresboden dieser Station enthält nach den Untersuchungen an 4 Exemplaren von *Spatangus purpureus* (4, 5, 10, 11) an organischen Resten: zahlreiche Diatomeen (Coscinodiscus, *Pleurosigma,* Chaetoceras, *Navicula*), ziemlich viele Foraminiferen (*Rhabdammina, Nodulina,* Rotaliden, *Psammosphaera,* Miliolinidеn, *Lagena* und Bruchstücke), Schalenfragmente von Peridineen, *Distephanus speculum, Dictyocha,* vereinzelte Spongiennadeln, Fragmente von Wurmröhren, Reste von Polychaeten (Borsten, Weichkörper, Kiefer), Spirorbis, viele Fragmente, besonders Stacheln, von Echinoideen, ein kleines Echinocardium, Jugendformen und viele Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Montacuta, Corbula, Tellina, Arca,* einige Fragmente kleiner Crustaceen, *Conchoetia* (?), ganz vereinzelte kleine Algenstückchen, *Tintinnus accuminatus* und *Ova hispida.*

04. VII. Stat. 32. Im Darminhalt von 4 Exemplaren von *Echinocardium flavescens* (1—4) fand ich Diatomeen (besonders Coscinodiscus), Foraminiferen *(Nodulina,* Miliolinidеn, *Rhabdammina,* Rotaliden), Bruchstücke von Peridineen, *Dictyocha,* vereinzelte Spongiennadeln, vielfach Weichkörper und Borsten von Polychaeten, Bruchstücke von Wurmröhren, Fragmente von Echinoideen, Jugendformen und zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina,* Cardium, Mytilus (?), kleine Fragmente von Crustaceen, Copepoden, ganz vereinzelt kleine Algenstückchen, *Tintinnus accuminatus,* Cysten, 1 *Cynthia* (?).

04. VII. Stat. 39. Auf Grund der Untersuchungen des Darminhaltes bei 2 Exemplaren von *Echinocardium flavescens* (5, 6) zeigt der Meeresboden dieser Station an organischen Resten: Diatomeen, Foraminiferen, Stücke von Hydroidpolypen, Fragmente von Echinoideen, Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina,* ganz vereinzelte Algenstücke und eine *Cynthia* (?).

Schließlich seien noch 2 Stationen erwähnt, für deren Beurteilung jedoch jedesmal nur 1 Exemplar von *Echinocardium flavescens* vorlag.

04. VII. Stat. 30. (11) Diatomeen, Foraminiferen (Miliolinidеn, *Saccammina, Rhabdammina),* Bruchstücke von Serpulidenröhren, Weichkörper und Borsten von Polychaeten, zahlreiche Echinidenstacheln, Jugendformen und Bruchstücke von Lamellibranchiaten, Cardium, *Saxicava* (?), Copepoden.

03. VII. Stat. 64. (12) Diatomeen, Foraminiferen und zahlreiche Bruchstücke derselben (Miliolinidеn, *Rhabdammina, Nodulina,* Rotaliden), Weichkörper, Borsten und Kiefer von Polychaeten, viele Echinidenstacheln, zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiaten, *Tellina, Montacuta.*

Nach diesen spärlichen Beobachtungen ist es, zumal da sich dieselben auf Befunde von Darminhalt von Seeigeln stützen, nicht möglich, ein auch nur annäherndes Bild von den tierischen oder pflanzlichen Bestandteilen des Meeresbodens in der Nordsee zu geben, nur soviel möchte ich andeuten, daß hiernach die Foraminiferen bei größerer Tiefe zahlreicher zu werden scheinen, pflanzliche Reste dagegen bei zunehmender Tiefe schwinden und nur noch als kleine, vermodernde Stückchen, welche zu Boden gesunken sind, ab und zu gefunden werden; Pteropoden scheinen an gewissen Stellen (N. 6a, N. 7), besonders wohl bei größerer Tiefe, sehr zahlreich zu sein; Muschelschalenfragmente endlich kommen an gewissen Stationen (N. 3, N. 4a, N. 11) in sehr großer Menge vor, so daß es sich hier um Anhäufungen von Muschelschalen, vielleicht um Muschelschalenbänke, handeln könnte. — Doch beruhen diese Vermutungen auf viel zu spärlichen Untersuchungen und es können uns erst eingehende Beobachtungen von zahlreichen Bodenproben hierüber Aufschluß geben.

Verzeichnis der Fundorte.

Bezeichnung	Lage		Tiefe	Boden	Bemerk.
	N. Breite	Ö. Länge			
N. 1	54° 41′	6° 12′	40 m	f. Sd.	
N. 2	55° 21′	4° 18′	42 „	f. Sd.	D. B.
N. 3	56° 2′	3° 16′	75 „	f. Sd.	
N. 4a	56° 52′	2° 10′	78 „	f. gr. Sd.	
N. 5	57° 24′	3° 41′	63,5 „	f. Sd.	
N. 6	57° 54′	4° 48′	102 „	f. Sd. u. Sk.	
N. 6a	57° 50′	4° 47′	104 „	g. f. Sd.	
N. 7	58° 8′	5° 12′	300 „	Sk.	N. R.
N. 10	57° 32′	7° 36′	219 „	Sk.	N. R.
N. 11	57° 17′	7° 47′	64 „	Sd. z. T. gb.	
N. 12	57° 0′	8° 3′	34 „	Sd.	
N. 13	56° 45′	6° 6′	52 „	gb. u. f. Sd. m. Sk.	
N. 13a	56° 26′	6° 52′	40 „	br. Sd.	
N. 14	56° 13′	7° 21′	34,5 „	Sd.	
N. 15	55° 2′	7° 30′	25 „	gb. Sd.	
03. III. (März 1903) Stat. 3	54° 27′	7° 3′	37,5 „	f. Sd.	
„ „ „ 17	54° 16′	4° 2′	46 „	gr. Sd. Sk.	
„ „ „ 21	55° 35′	2° 51′	58 „	f. Sd.	
„ „ „ 25	54° 34′	4° 41′	51 „	Sk.	
„ „ „ 41	57° 46′	11° 1′	40 „	Sk.	K.
„ „ „ 49	55° 14′	6° 22′	49 „	Sk.	
03. VII. (Juli 1903) Stat. 58	55° 23′	7° 25′	25 „	f. Sd.	
„ „ „ 59	55° 36′	7° 34′	15 „	Rgd.	
„ „ „ 61	55° 8′	6° 27′	41 „	Sk.	
„ „ „ 62	55° 5′	7° 12′	32 „	f. Sd.	
„ „ „ 64	55° 14′	4° 9′	47 „	f. Sd. m. Sk.	
„ „ „ 67	54° 29′	2° 8′	19 „	f. Sd.	D. B.
„ „ „ 68	54° 23′	2° 8′	33 „	gb. Sd.	D. B.
„ „ „ 70	54° 10′	2° 9′	39 „	Sd.	D. B.
„ „ „ 72	52° 41′	3° 22′	37 „	Sd.	
„ „ „ 76	53° 50′	6° 29′	26 „	Rgd.	
04. III. (März 1904) Stat. 2	55° 38′	5° 42′	56 „	Sk.	S. S. B.
„ „ „ 3	56° 31′	4° 28′	62 „	f. Sd. m. Sk.	
„ „ „ 7	56° 25′	5° 20′	50 „	f. Sd.	N. S. B.
„ „ „ 9	57° 31′	7° 47′	145 „	Sk.	N. R.
„ „ „ 11	56° 25′	7° 8′	32 „	f. Sd. m. kl. Schalentrümmern	
„ „ „ 12	56° 13′	6° 0′	47 „	Sk.	
„ „ „ 14	55° 23′	7° 44′	23 „	f. Sd. m. kl. Schalentrümmern	
„ „ „ 15	55° 1′	7° 12′	32 „	f. Sd.	
„ „ „ 19	53° 43′	7° 5′	8 „	f. Sd.	bei Juist.
04. VII. (Juli 1904) Stat. 26	56° 22′	4° 22′	64 „	f. Sd.	
„ „ „ 27	56° 53′	3° 20′	66 „	f. Sd. m. Sk. sehr f. grün	G. F. B.
„ „ „ 29	58° 0′	1° 10′	134 „	Sd. m. Sk.	
„ „ „ 30	58° 41′	1° 51′	106 „	f. Sd. m. Sk.	

Bezeichnung	N. Breite	Ö. Länge	Tiefe	Boden	Bemerk.
04. VII. (Juli 1904) Stat. 31	58° 7′	2° 49′	87 m	Sk.	
„ „ „ 32	57° 39′	4° 12′	80 „	Sd. m. Sk.	
„ „ „ 33	57° 40′	5° 18′	103 „	f. Sd. m. Sk.	
„ „ „ 35	57° 32′	6° 35′	148 „	Sk.	N. R.
„ „ „ 37	56° 31′	5° 18′	56 „	Sk.	
„ „ „ 38	56° 5′	5° 50′	47 „	f. Sd.	N. S. B.
„ „ „ 39	55° 35′	5° 42,5′	49 „	Sk.	
„ „ „ 42	55° 26′	7° 25′	25 „	f. Sd.	
N. 20 Sm. NW. von Helgoland	54° 18′	7° 20′	35 „	f. h. br. Sd.	
Ostsee.					
O. 3.	54° 36′	11° 1,5′	28 m	Sk. u. Sd.	
O. 4.	54° 10′	11° 16′	20 „	Mud.	
04. V. bei Fehmarn	zwischen Fehmarn und Gjedser Rev.		20/23 „	Sd. u. Sk.	

Abkürzungen: br. = braun, f. = fein, g. = gelb, gb. = grob, gr. = grau, h. = hell, kl. = klein, s. = schwarz, Rgd. = Riffgrund, Sd. = Sand, Sk. = Schlick, St. = Steine, D. B. = Dogger-Bank, G. F. B. = Große Fischer-Bank, K. = Kattegat, N. R. = Norwegische Rinne, N. S. B. = Nördliche Schlick-Bank, S. S. B. = Südliche Schlick-Bank.

Beiträge zur Kenntnis des Spatangiden-Darmes.

Bei den Untersuchungen über die Nahrung der Spatangiden fand ich im Darmkanal dieser Tiere sehr häufig verhältnismäßig große Muscheln, sowie sonstige Kalkfragmente, welche ihrer Größe nach zwar die Mundöffnung der Seeigel passieren, aber unmöglich durch den kaum stecknadelknopfgroßen und wenig erweiterungsfähigen After dieser Tiere entfernt werden konnten. Im Oesophagus und im ersten Teile des Darmes angetroffene Muscheln waren teils geschlossen, teils wenig geöffnet, aber stets noch völlig erhalten, fest und widerstandsfähig. Im weiteren Verlauf des Darmes nahm dann die Festigkeit und Dicke dieser Muscheln ab, bis sie dünner und dünner werdend, in ihrer Form und Gestalt jedoch unverändert, nur noch ein dünnes, zartes Häutchen bildeten, während aller Kalk aus der Schale aufgelöst worden war. Gleichzeitig wurden solche Nahrungsteile, wie Muscheln und sonstige Kalkschalenfragmente, von einer stets dicker werdenden Sekretschicht von hellgrauer bis brauner Färbung umgeben, welche die eigentliche Gestalt der umhüllten Muschel oder ähnlicher Kalkteile völlig verbarg und eine abgerundete kugelige Gestalt bewirkte. Diese Ballen fanden sich am größten entwickelt im letzten Teile des Dünndarmes, jedoch niemals im Enddarm. In diesem letzteren lagen zahlreiche, ungefähr stecknadelkopfgroße Kügelchen, von derselben Farbe und derselben Substanz, wie das die Muscheln umhüllende Sekret, so daß offenbar die kleinen Kugeln von den nunmehr zerfallenen großen Klumpen herrühren. Kalkschalen oder deren Fragmente fanden sich weder in diesen kleinen Kügelchen, noch im Enddarm überhaupt vor. Alle diese Beobachtungen sprachen dafür, daß im Darm der Spatangiden eine Auflösung der Muschelschalen stattfindet. Wie und wo im Darm dieser Tiere solche Vorgänge sich abspielen, darüber habe ich im folgenden einige Beobachtungen wiederzugeben versucht.

Die Mundöffnung bildet nach Hoffmann[18]) bei den Spatangen eine quer ovale Spalte, an welcher man eine Ober- und Unterlippe unterscheiden kann. „Die Oberlippe ragt über die Unterlippe bedeutend hervor, hebt sich etwas in die Höhe und deckt also, wenn man das Tier von der Körperhöhle aus betrachtet, die Unterlippe fast gänzlich zu. Die Unterlippe kann man als eine Verlängerung des unteren, zwischen den beiden *Sterna* gelegenen hinteren Interambulakrums betrachten. Sie ist vollständig unbeweglich.

Die Oberlippe hat eine quer ovale Form, ist aus 4- oder 5-eckigen kleineren Plättchen, welche beweglich miteinander verbunden sind, aufgebaut, läßt also Bewegung zu". Infolge dieser Beweglichkeit der Oberlippe können Nahrungsteile von ganz beträchtlicher Größe, wie z. B. größere Muscheln, in den Darm gelangen, deren Durchmesser dem des Darmlumens annähernd gleichkommt.

Über die Afteröffnung der Spatangiden gibt ebenfalls Hoffmann[18]) folgende Schilderung: „Die Afterlücke des *Spatangus purpureus* hat eine quer ovale Gestalt und wird durch zahlreiche kleine miteinander und mit den angrenzenden Schalenteilen verbundene polygonale Plättchen, welche in der Mitte ebenfalls eine mehr oder weniger ovale Öffnung — die eigentliche Afteröffnung — bilden, geschlossen. Diejenigen Plättchen, welche mehr in der Umgebung der eigentlichen Afteröffnung liegen, lassen eine geringe Beweglichkeit zu. Rings um die Afteröffnung stehen auch hier wieder sehr zahlreiche Plättchen in radiärer Richtung, welche ebenfalls beweglich eingelenkt sind und die Afteröffnung vollkommen schließen. Da ich keine Muskeln an den die Afteröffnung umringenden Plättchen auffinden konnte, so scheint es, daß die heraustretenden Exkremente, welche hauptsächlich aus Sand bestehen, teilweise durch ihre Schwere, teilweise durch die Kraft, mit welcher sie durch die muskulösen Elemente im Darm fortgetrieben werden, das Vermögen haben, die Plättchen nach außen zu bewegen, während nach ihrem Durchtritt durch den Druck des umgebenden Seewassers die Plättchen sogleich wieder gegen die Afteröffnung gedrückt werden." Eine geringe Erweiterungsfähigkeit der Afteröffnung liegt hier also vor, doch scheint es gänzlich ausgeschlossen, daß so große Nahrungsbestandteile, wie sie durch die Mundöffnung in den Darm gelangen, auch wieder in ganzer Größe durch den After entfernt werden können, so daß eine Zerkleinerung oder Auflösung im Darm erforderlich ist.

Über den Verlauf des Darmes und die Unterscheidung seiner einzelnen Teile wäre kurz folgendes zu erwähnen: Nach Hoffmann[18]) beschreibt der Darm vier Windungen. „Der Anfangsteil des Darmes steigt etwas nach rechts und oben, biegt sich dann von rechts nach links (1. Windung) und zugleich etwas nach vorn, bis er die Peripherie der Schale erreicht. Dort entspringt an der oberen Fläche des Darmes ein Divertikel, das sich nach hinten und oben schiebt. Darauf geht der Darm die Schalenwandung entlang von links nach rechts (2. Windung), beschreibt nahezu einen Kreis, biegt wieder um und verläuft oberhalb der vorigen Windung von rechts nach links (3. Windung), der Peripherie der Schale folgend. Dann begibt er sich mehr in die Mittellinie in die Umgebung der Madreporenplatte von links nach rechts (4. Windung), bleibt im fünften hinteren Ambulakralfeld und geht so zum After." Hoffmann[18]) bezeichnet die verschiedenen Teile des Darmes als Schlund, Speiseröhre, Magen, Dünndarm, Dickdarm und Enddarm. Nach seiner Angabe befindet sich zwischen Schlund und Oesophagus keine bestimmte Grenze. Beim Übergang in den Magen erweitert sich der Darm bedeutend, um das 3—4fache der Speiseröhre. Im Anfangsteil des Magens zeigen sich viele Fältchen, welche gegen das Ende hin verschwinden. An der Einmündung des „gewundenen Organs" beginnt der Dünndarm. An der Stelle, wo das Divertikel einmündet, grenzt sich der Dünndarm durch eine faltenförmige Hervorragung vom Dickdarm ab. An der Umbiegungsstelle des Dickdarmes (2. bis 3. Windung) öffnet sich das gewundene Organ mit seiner 2. Mündung in den Darm. Der Mastdarm ist eng."

Die meisten Forscher unterscheiden am Darm der Spatangiden 4 Abschnitte, welche im histologischen Bau Verschiedenheiten aufweisen. Hamann[15]) bezeichnet diese Abschnitte als Schlund, Magendarm, Dünndarm, Enddarm, und zwar erstreckt sich nach seinen Angaben der Oesophagus vom Munde bis zur ersten Umbiegungsstelle im Radius V. Der zweite Abschnitt, der Magendarm, reicht von hier bis zum Ursprung des ersten Nebendarmes. Dann folgt der Dünndarm, welcher bei weitem den längsten Teil des Darmes bildet. Er umfaßt den übrigbleibenden Abschnitt der ersten Windung und den größten Teil der zweiten Windung. Schließlich folgt der Enddarm, bei dessen Beginn der Darm eine sackförmige Erweiterung erkennen läßt.

In neuerer Zeit sind wohl die eingehendsten Untersuchungen über den Darm der irregulären Seeigel von Koehler[21]) angestellt worden. Koehler weist die Bezeichnungen und Abschnitte, welche Hoffmann[18]) angab, zurück, da sie nicht den durch den anatomischen Bau bestimmten Abschnitten entsprechen und behält nur die Bezeichnungen Oesophagus und Rectum bei. Hoffmann[18]) beschreibt vier Windungen des Darmes. Koehler[21]) dagegen sieht, indem er hierin den Bestimmungen Teuschers[33]) folgt, welcher

diese Angaben für die regulären Seeigel aufstellt, auch bei den Spatangiden nur 2 Windungen, nämlich eine obere und eine untere. Teuscher[33]) nennt Oesophagus den ganzen Teil zwischen Mund und Blinddarm; Koehler gibt diesen Namen nur einem kurzen ersten Teil des Darmes, denn der folgende Teil enthält nach seinen Angaben, welche ich bei meinen Untersuchungen bestätigt gefunden habe, „zahlreiche Drüsen und besonders Gefäße, ein Umstand, der ihm eine Rolle zuschreiben läßt, welche im allgemeinen der Oesophagus bei der Verdauung und Absorption nicht zeigt". Sehr eingehend beschreibt dann Koehler[21]) den Verlauf des Darmes bei Spatangus und erläutert seine Angaben durch vorzügliche Abbildungen.

Der Verlauf des Darmes ist nach Koehler[21]) bei den verschiedenen Arten der irregulären Seeigel, welche er untersuchte, fast stets derselbe*). „Wenn man einen Spatangus von der Bauchseite öffnet, sieht man nur den Oesophagus und die untere Darmwindung. Der Oesophagus ist der engste Teil des Darmes. Er ist im allgemeinen platt und, da seine Höhlung von Sand völlig erfüllt, seine Form stets etwas unregelmäßig. Er verläuft in gerader Linie nach hinten in der Richtung des unpaaren Interradius und behält die gleiche Weite bis zum Beginn der unteren Windung, welche eine größere Weite besitzt und in anderer Richtung verläuft. Die untere Windung beschreibt mehr als einen vollständigen Rundgang. Von ihr geht eine breite, sackförmige Erweiterung aus, der Blinddarm, den man, wenn man das Tier von der Bauchseite betrachtet, nicht bemerken kann. Diese Windung bewahrt überall die gleiche Weite und treten an ihr bis zur Einmündung des Divertikels mehrere deutliche Querfalten hervor, welche dem Verlauf der Gefäße dieser Region entsprechen. Von da bis zu seinem Ende zeigt er nichts Besonderes. Öffnet man den Spatangus von der Rückenseite, so sieht man die obere Windung, welche entgegengesetzt der vorhergehenden verläuft, etwas mehr als einen halben Umgang entlang der Innenseite der Schale beschreibt und gegenüber der Madreporenplatte mit dem Rectum zusammenstößt. Das Rectum verläuft entlang der hinteren Interradialzone und endet im Periprokt, an dessen Kalkplatten es durch Mesenterien stark befestigt ist. Der oberste Teil der Schale ist durch ein umfangreiches Organ eingenommen, welches in seinem mittleren Teil erweitert und an seinen beiden Enden eingezogen ist. Das ist das Divertikel, welches von der unteren Windung bis zur Madreporenplatte sich erstreckt. Es ist dunkelbraun, mit zahlreichen Querfalten versehen und mündet mit einer engen, elliptischen Öffnung in die untere Darmwindung. Am Anfang der unteren Windung zweigt sich der Nebendarm ab, welcher in seinem ersten Teil frei verläuft, später mit der Wand des Darmes verwächst und ein Stück vor Beginn der zweiten Windung wieder in den Darm einmündet. Dieses Organ ist im ersten Teil abgeplattet und ziemlich weit, dann zylindrisch und enger, dementsprechend auch der histologische Bau verschieden ist. Die beiden Darmwindungen bewahren ungefähr die gleiche Weite auf der ganzen Länge, sie sind zylindrisch, völlig erfüllt von Sand, kleinen Muscheln, Foraminiferen, Nahrungsteilchen aller Art, welche jedoch weder in dem Nebendarm, dessen Höhlung stets leer ist, noch in dem Blinddarm, welcher von einer dunkelbraunen Flüssigkeit erfüllt ist, gefunden werden." — Der Blinddarm war bei frisch geöffneten Tieren immer nur von der bräunlichen Flüssigkeit erfüllt. Das Eindringen von Sand und Nahrungsteilchen in den Blinddarm, was ich zuweilen bei Tieren, welche in starkem Alkohol getötet waren, antraf, möchte ich auf eine durch den gewaltsamen Tod hervorgerufene Änderung der normalen Verhältnisse zurückführen. Die Färbung des Darmes, sagt Koehler[21]), zeige weniger Verschiedenheiten als bei den regulären Seeigeln, und „es entspricht die dunkle Färbung gewisser Teile genau der Lage der Blutgefäße in der Darmwand, so daß mit dieser Verschiedenheit im äußeren Anblick Verschiedenheiten im histologischen Bau korrespondieren". Als Besonderheiten bei anderen Spatangidenarten hebt Koehler[21]) die sehr auffällige Verschiedenheit der Färbung hervor (Echinocardium, Brissopsis, Schizaster) „zwischen der unteren Windung, welche grau ist, und der oberen, welche gelb oder braun ist". „Ferner sieht man auch zuweilen (Echinocardium und besonders Schizaster) eine sehr starke Verschiedenheit in der Weite der oberen und unteren Windung. Überall sieht man Verschiedenheiten in der Färbung der inneren Wandung des Darmes, indem das Epithel stets dunkler ist in den Regionen, wo die Blutgefäße liegen". Ferner weist Koehler auf ein Organ am Spatangiden-Darm hin, welches bisher nur von ihm beschrieben wurde. „Das Rectum zeigt an seinem Anfange bei *Echinocardium flavescens* ein kleines Divertikel, welches nur die Funktion zu haben scheint, den Exkrementen als Reservoir zu dienen; denn man findet

*) s. Tafel I bis IV bei Koehler.

dort immer eine Masse, welche derjenigen, die das Rectum erfüllt, analog ist, und sein Bau unterscheidet sich durch nichts von dem des Enddarmes. Schizaster zeigt ein analoges Divertikel, das aber kleiner und tiefer gelegen ist." Ich halte dieses zweite Divertikel für ein sehr wichtiges Organ der Spatangiden, da ich glaube, daß in ihm die Auflösung größerer und fester Nahrungsteile vor sich geht. Am größten und deutlichsten tritt dieser Blindsack bei Echinocardium hervor, sowohl bei *Echinocardium flavescens* als auch bei *Echinocardium cordatum*. Koehler[21]) hat dieses Divertikel abgebildet, doch habe ich immer bei Echinocardium eine etwas andere Form angetroffen, indem der Blindsack in der Richtung des Darmes, ihm anliegend, verläuft und in einer abgerundeten Spitze endigt, also eine fast kegelförmige Gestalt besitzt. Ferner kommt dieses Divertikel, wenn auch etwas kleiner, bei Schizaster vor, wie Koehler[21]) ebenfalls schon bemerkte. Sehr gut ausgebildet, fast von gleicher Größe und Gestalt wie bei Echinocardium, findet sich dieses Organ bei Brissopsis. Ich glaube, man wird diesen zweiten Blinddarm bei der Mehrzahl der Spatangiden nachweisen können, allerdings vielfach sehr gering ausgebildet. So zeigt der Darm von *Spatangus purpureus* an dieser Stelle kein deutliches Divertikel, wohl aber eine faltige Aussackung, und man erkennt auf Schnitten durch diesen Teil des Darmes auf der Seite der Aussackung eine bedeutend stärkere Entwicklung der einzelnen Schichten der Darmwand, besonders des Innenepithels und der Bindegewebsschicht, während alle Schichten in diesem Teil des Darmes außerhalb der Aussackung nur bis zu einer geringen Höhe entwickelt sind. Bei anderen Arten scheint diese Aussackung, obgleich ein eigentliches Divertikel noch nicht zustande kommt, deutlicher äußerlich hervorzutreten, wie Wagner[36]) in seiner „Anatomie der *Palaeopneustes niasiacus*" berichtet. „Das Rectum beginnt mit einem sackförmig erweiterten, gewulsteten Abschnitt, weicht hierin von dem des Spatangus ab. Wenn dieser Abschnitt auch nicht so scharf abgesetzt erscheint, wie das erste Divertikel, so läßt es sich doch am besten als ein solches auffassen. Das Rectum verschmälert sich hierauf wieder und wird zylindrisch." Bei allen Spatangidenarten, welche ich untersuchen konnte, habe ich das Divertikel oder seine Spuren aufgefunden. Seine Färbung ist etwas dunkler als die Farbe des Darmes, gegen das Ende zu meist dunkelbraun bis fast schwarz. Die Weite des Divertikels ist wenig geringer, als die des nebenliegenden Darmes, seine Mündung in den Darm ist oval und weit. Etwas hinter der Mündung dieses Divertikels ist der Darm bedeutend verengt zu dem Enddarm. Über den Blinddarm der übrigen Spatangiden bemerkt Koehler[21]), daß er, verschieden von dem des Spatangus, eine einfache Aussackung sei, abgeplattet, mehr oder weniger lang mit hellen, glatten Wänden ohne Falten. Ich habe den Blinddarm bei allen Arten stets stark gefaltet und mit stark gewulstetem Innenepithel angetroffen, wenn auch vielleicht nicht ganz in dem Grade wie bei Spatangus.

Ich komme nun zum Bau der Darmwandungen, welche ich eingehend untersucht habe und über welche ich eine kurze Zusammenfassung der Hauptsachen geben möchte. Das Material für die Schnitte wurde auf den Fahrten des „Poseidon" gesammelt und dort gleich in die verschiedenen Fixiermittel eingelegt (Sublimat + Seewasser, Sublimat + Alkohol, Flemmingsche Lösung, Pikrinsäure, Alkohol + Essigsäure). Das konservierte Material wurde in Paraffin eingebettet oder zum größten Teil in Celloidin + Paraffin nach den Angaben von Breckner (s. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. u. f. mikroskop. Technik, Bd. 25, 1908, p. 29—32), eine Methode, mit welcher ich sehr gute Schnitte erzielen konnte. Die aufgeklebten Schnitte wurden dann in Borax-Carmin oder Hämalaun + Pikrin-Fuchsin oder Eosin gefärbt und aus Xylol in Kanadabalsam eingelegt. Die besten Bilder erhielt ich aus dem mit Sublimat + Alkohol konservierten und mit Hämalaun gefärbten und Pikrin-Fuchsin behandelten Darmteilen. Das frische Material lieferte durch Zupfpräparate und Schnitte gute Ergänzungen. Der Bau der Darmwandung bei den Spatangiden ist von Hoffmann[18]), Teuscher[33]), Hamann[15]), Frenzel[10]), Koehler[21]) u. a. beschrieben worden, und es scheint, daß bei allen Arten der irregulären Seeigel die Darmwände einen bis ins einzelne fast vollkommen gleichen Bau zeigen. Zumeist werden 4 Schichten unterschieden und zwar von außen nach innen: 1. die äußere Epithelschicht mit einer dünnen Bindegewebsschicht, 2. die Ring- und Längsmuskelschichten, 3. die innere Bindegewebsschicht und schließlich 4. die innere Epithelschicht. Entweder völlig gleichmäßig oder mit geringen Abweichungen lassen sich diese Schichten durch den ganzen Verlauf des Darmes hin verfolgen. Hoffmann[18]) beschreibt eine äußere Bindegewebsschicht, „bestehend aus einer an Zellen armen, an zarten Fasern reichen Haut, welche an ihrer freien Fläche lange Wimperhaare trägt", eine transversale und eine longitudinale Bindegewebsschicht, welche verschieden stark entwickelt sind, und viertens eine

innere Bindegewebsschicht, welche, verschieden verteilt, aus einem bindegewebigen und einem mehrzelligen Teil besteht. Erstere ist Trägerin der Blutgefäße, letztere ohne Fasern nur aus Zellen bestehend, welche in einer sehr sparsamen, hyalinen Grundsubstanz liegen.

Teuscher[33]) hebt die stärkere Entwicklung des bindegewebigen Teiles bei Spatangus als bei Echinus hervor, weil der schwere, sandige Inhalt eine gewisse Konsistenz der Darmwand voraussetzt. Er unterscheidet eine äußere Schicht, die von einem Flimmerepithel gebildet wird, welches in eine dünne, hyaline Bindegewebsschicht eingeschlossen ist. Dann folgen die Ring- und Längsmuskeln, am stärksten im Oesophagus entwickelt, im ganzen aber schwach. Die Bindegewebsschicht, im Oesophagus am dicksten, besteht aus hyaliner Grundsubstanz mit vielen geschlängelten Fasern, Zellen und Körnern, enthält Pigment, besonders massenhaft im hinteren Teil des Darmes, in schwarzen und gelben Körnern. Nach innen erhebt sich die Bindegewebsschicht in den bekannten Längsleisten, welche schmal und steil aufsteigend erscheinen, besonders im Oesophagus, dagegen im Divertikel und dessen Nähe mehr abgerundet sind. Das Innere dieser Gewebslage enthält die den Darmgefäßen angehörenden feinen Öffnungen, welche am häufigsten in der unteren Darmwindung, am seltensten im Mastdarm sind. Die Darmhaut, welche die innere Fläche des Darmes überzieht, besteht aus Querfasern mit dazwischenliegenden Zellen. Teuscher weist hier auf die Vergrößerung der verdauenden Oberfläche durch die Leistenbildung hin. Drüsen wurden von ihm nicht gefunden.

Ferner untersuchte Hamann[15]) den Darm mehrerer irregulärer Seeigel. Er beschreibt zunächst das Innenepithel des Darmes, welches bei *Spatangus purpureus* aus fast kubischen Zellen, welche keine Flimmerhaare zu besitzen scheinen, gebildet wird, während bei *Brissus unicolor* der Schlund von zylindrischen Zellen mit sehr geringem Querdurchmesser ausgekleidet wird. Die *Cuticula* stellt ein wenig stark entwickeltes, helles Häutchen dar. Unterhalb des Innenepithels liegt die Bindegewebsschicht. In ihrer Grundsubstanz sind wenig Zellen und Fasern vorhanden; sie besitzt im lebenden Zustand eine gallertartige Konsistenz, Pigmenthaufen und gelbe Konkretionen. Der Anfang ist glatt, bald erheben sich Zotten, von der Bindesubstanzschicht und dem Innenepithel gebildet. In der äußeren Lage der Bindesubstanzschicht liegen Längsmuskelfasern und nach außen von ihnen die Ringmuskelschicht. Nach außen von den Muskelfasern liegen noch wenige Bindesubstanzfasern und Zellen, und als Hülle wird die Schlundwandung von einem wimpernden, aus abgeplatteten Enterocoelzellen gebildeten Epithel umgeben, wie dasselbe alle inneren Organe überzieht. Im Magen kommen die von Koehler[21]) aufgefundenen Drüsen hinzu, die übrigen Schichten bleiben dieselben. Im Dünndarm findet sich im ganzen Verlauf ein aus langen, zylinderförmigen Zellen sich zusammensetzendes Epithel, welches bald glatt, bald in Zotten verläuft. Die Wandung ist hier sehr dünn, nicht stärker als 0,3 mm. Ein Cuticularsaum von 0,03 mm liegt der Peripherie auf; derselbe ist als Rest der Flimmerhaare anzusehen, von denen nur die Fußstücke erhalten sind. Die Bindesubstanzschicht ist meist nur gering entwickelt, Anhäufungen von Pigment sind in großen Massen vorhanden. Die Fasern bilden keine zusammenhängende Schicht. Die Längsmuskulatur ist sehr gering entwickelt. Nach außen von ihr liegt das wimpernde Enterocoelepithel mit seinen abgeplatteten Zellen. Geringere Abweichungen ausgenommen stimmen im großen und ganzen mit diesen Angaben Hamanns die Ausführungen Koehlers[21]) überein. „Auf einen Querschnitt des Darmes trifft man von außen nach innen ein äußeres Epithel, eine Bindegewebsschicht, eine Muskelschicht, eine zweite Bindegewebsschicht, eine elastische Membran und schließlich das Innenepithel. Einige dieser Schichten bleiben sich auf der ganzen Länge des Darmes gleich, andere, wie z. B. die Bindegewebsschicht, das Innenepithel, zeigen Verschiedenheiten, je nach der Region, welcher sie angehören, die mit der An- oder Abwesenheit der Blutgefäße zusammenhängen."

Die äußere Epithelschicht sowie die äußere Bindesubstanzschicht ist nach den Angaben beider Forscher stets sehr dünn. Nach allen Angaben sind die kleinen und gekörnten Zellen des äußeren Plattenepithels mit Wimpercilien versehen; die Bindesubstanzschicht wird nur von wenigen locker liegenden Fasern gebildet.

Die Muskelfaserschicht, welche unter der äußeren Bindegewebsschicht liegt, setzt sich aus den Ringmuskeln und den nach innen zu liegenden Längsmuskeln zusammen. Erstere ist im ganzen Verlauf des Darmes wohl ausgebildet, besonders stark im Oesophagus und am Enddarm, im übrigen Teil, wie auch Koehler[21]) angibt, ziemlich gleichmäßig ausgebildet. Die Längsmuskeln sind bedeutend schwächer entwickelt. Auf manchen Schnitten findet man von ihnen keine Spur. Der Grund hierfür ist nach den

Angaben Hamanns[15]) darin zu suchen, daß die Längsmuskeln keine ununterbrochene Schicht bilden, sondern stets mehrere zu Trupps angeordnet zusammenstehen in gleichen Abständen. Nach Koehler[21]) sind die Fasern sehr lang und dünn und besitzen einen deutlich abgegrenzten Kern. Beide Muskelschichten begleiten alle Teile des Darmes; auch am Blinddarm von Spatangus sowohl wie Echinocardium habe ich die hier teilweise allerdings ziemlich schwach ausgebildete Ringmuskularis und die aus wenigen Fasern nur gebildete Längsmuskelschicht deutlich erkennen können. Koehler[21]) beobachtete beide Muskelschichten am Blinddarm von Spatangus, während Wagner[36]) angibt, am Divertikel seines *Palaeopneustes niasiacus* trotz stärkster Vergrößerung eine Muskelschicht nicht gefunden zu haben. Die äußerst spärlich entwickelte, nach einigen Angaben überhaupt nicht vorhandene Muskulatur des Blinddarmes ließe wohl darauf schließen, daß das Sekret dieses Organes nur allmählich durch die sich stets neu bildende Flüssigkeit in den Darm gedrängt wird und daß ein Eintretenlassen und Herausdrücken von Nahrungsbestandteilen nicht gut möglich ist. Am Enddarm ist die Muskulatur verhältnismäßig kräftig entwickelt und zwar besonders an seinem Anfang, dicht hinter der Mündung des zweiten Divertikels, so daß eine unfreiwillige Erweiterung durch größere Nahrungsbestandteile wohl verhindert werden kann und ein Zusammenziehen dieses Darmteiles möglich erscheint. Die Muskulatur des zweiten Divertikels ist ebenfalls in seiner ganzen Ausdehnung stark entwickelt, daher ein Füllen und Entleeren dieses Organes mit Nahrungsbestandteilen annehmbar.

Die innere Bindegewebsschicht ist am stärksten im Oesophagus entwickelt; ebenfalls ziemlich bedeutend findet man sie in dem Drüsenteil des Magendarmes und im Enddarm. Im Verlauf des Dünndarmes ist ihre Entwicklung geringer, weshalb auch in diesem Teile die Darmwände sehr dünn erscheinen. Im Blinddarm zeigt die Bindesubstanz einen sehr faserigen Charakter, ihre Höhe ist dort wechselnd. In dieser Schicht finden sich neben den Zellen und Fasern überall Pigmenthaufen in größerer oder geringerer Menge, und in ihr liegen die Blutgefäße. Koehler[21]) unterscheidet bei der Bindesubstanz eine äußere dünnere und eine innere dickere Schicht, in der die Gefäße liegen. Dagegen scheint Hamann[15]) für eine Unterscheidung einer inneren und einer äußeren Bindesubstanzschicht kein Grund vorzuliegen, da man nur einzelne Fasern findet, von einer besonderen Schicht aber kaum sprechen kann. Mir scheint diese Trennung nur im Oesophagus möglich zu sein, obgleich auch hier der Übergang der einen Schicht in die andere ganz allmählich und ganz unregelmäßig ist, so daß eine klare Trennung nicht zustande kommt. Im Dünndarm fehlen oft die Fasern, oder sie ziehen sich durch die ganze Schicht der Bindesubstanz hindurch und lassen auch hier keine klare Trennung zweier Schichten zu. Ebenfalls kräftig entwickelt und wulstbildend ist das Bindegewebe im zweiten Divertikel. Eine merkwürdige Ausbildung erfährt diese Schicht im Enddarm, indem das Bindegewebe hier nur auf einer Seite des Darmes, nämlich auf der dem Divertikel anliegenden Seite, gewaltig entwickelt ist, dagegen auf der gegenüberliegenden Darmwand noch nicht die halbe Höhe, ja bei vielen Arten, wie Echinocardium, noch nicht den vierten Teil der Höhe dieser Schicht auf der Gegenseite erreicht. Besonders gilt das Gesagte von den mit einem wohlausgebildeten zweiten Divertikel versehenen Arten.

Zwischen der Bindesubstanzschicht und dem Innenepithel besteht durchweg eine scharfe Grenze. Koehler[21]) beobachtete hier im ganzen Verlauf des Darmes ein deutliches, starkes Häutchen, welches er als *„membrane elastique"* beschreibt. Nach der Ansicht Hamanns[15]) besteht diese starke Ausbildung der Membran nur im Nebendarm, sonst aber nicht, und führt Hamann diese Angaben Koehlers auf die Art der Konservierung zurück. Ich schließe mich der Ansicht Hamanns an, da ich bei dem in Flemmingscher Lösung konservierten Material diese Membran sehr stark und deutlich hervortretend gefunden habe, dagegen bei den mit Sublimat behandelten Darmabschnitten die Membran nur als ein sehr dünnes Häutchen hervortritt. Dies gilt für alle Teile des Darmes mit Einschluß des Nebendarmes.

Das Epithel, welches die innere Darmwand auskleidet, ist stark entwickelt, und zwar nach Koehlers[21]) Angaben: „besonders an den Stellen, wo die Gefäße liegen". „Demnach erreicht das Epithel auf der Rückenseite der unteren Windung seine größte Entwicklung und die Zellen zeigen die größte Ausdehnung. An den anderen Stellen vermindert sich seine Stärke sehr und die Zellen sind dort immer kleiner. Im Oesophagus und Rectum ist das Epithel wenig entwickelt. Es gibt also eine feste Beziehung zwischen der Form und Entwicklung der Epithelzellen und dem Vorhandensein der Gefäße in der Darm-

wand". Hamann[15]) unterscheidet im Darmepithel: haarartige, dünne Zylinderzellen, flaschenförmige, mit glänzenden Körnchen gefüllte Drüsenzellen, Zellen mit fein granuliertem Inhalt, Ersatzzellen, die noch nicht die Oberfläche des Epithels erreicht haben, und schließlich Pigmentzellen. Nach den vortrefflichen Ausführungen Frenzels[10]), welcher seine Untersuchungen größtenteils an lebendem Material anstellte, finden sich im Vorderdarm blasse Zylinderzellen, rote Wanderzellen und am zahlreichsten die dritte Art, nämlich die farblosen, wandernden Zellen, die nach hinten zu mehr und mehr verschwinden und den roten Wanderzellen Platz machen. „Die roten Wanderzellen finden sich den ganzen Darm hindurch, und man kann ihr Aufsteigen zwischen den Zylinderzellen beobachten. Der Ersatz geschieht aus der Basis des Epithels, wo zahlreiche kleinere Zellen gelagert sind, die ein Keimepithel darstellen. Das Darmepithel wird von oft sehr langen Zylinderzellen gebildet mit bräunlichem Inhalt. Die freie Oberfläche des Epithels ist bewimpert mit längeren, feinen Flimmerhärchen, welche dem Epithel unmittelbar aufsitzen". Hamann[15]) sagt von den Epithelzellen, daß sie sich nach dem Lumen zu becherglasartig erweitern. Unterhalb des erweiterten Endes liegt der Kern, die Zelle setzt sich in einen schmalen Fortsatz fort. „Im Dünndarm erscheinen die Zellen mehr zylindrisch, mit langen Wimpern, im Rectum zeigt sich ein niedrigeres, bewimpertes Epithel". Nach Hoffmann[18]) wird das Epithel durch mehrere Reihen von Zellen gebildet, welche anfangs sehr klein sind, jedoch länger und größer werden, je mehr man sich der Epitheloberfläche nähert, so daß die Oberflächenzellen eine beträchtliche Länge erreichen können. Sie besitzen alle einen großen, stark granulierten Kern, ihr Protoplasma ist fast homogen, sehr fein granuliert. Nach dem Lumen zu ist das Epithel nach Koehlers Angaben durch eine dünne Cuticula überall begrenzt. Im Enddarm finden wir besonders bei solchen Arten mit wohlausgebildetem zweiten Divertikel, in ganz gleicher Weise wie das Bindegewebe, auch das Epithel auf einer Seite des Darmes besonders stark entwickelt, während die Gegenseite nur eine geringere Ausbildung dieser Schicht zeigt. Diese Ausbildung ist selbst bei Spatangus, also wohl bei allen Spatangiden, zu beobachten. Das Epithel des zweiten Divertikels ist hoch und faltig entwickelt.

Bei allen Arten der irregulären Seeigel finden sich in der Darmwand die Schleimzellen, welche Koehler[21]) folgendermaßen beschreibt: „In allen Teilen der unteren Windung, welche Gefäße enthalten, existieren zahlreiche Schleimzellen, welche, in der Mitte der Epithelzellen gelegen, eine Umhüllungsmembran und einen hyalinen, durchsichtigen, feingekörnten Inhalt zeigen. Ihre Lage und Beschaffenheit läßt sie als Epithelzellen ansehen, welche sich in Schleimzellen umgewandelt haben." Auch in anderen Teilen des Darmes habe ich solche Schleimzellen, wenn auch in geringerer Anzahl, wahrgenommen. Ferner finden sich im Darm Drüsenorgane, welche zuerst von Koehler[21]) bei einigen irregulären Seeigeln aufgefunden und später auch von Wagner bei *Palaeopneustes niasiacus* wieder beschrieben worden sind. Diese Drüsen liegen nach Koehlers[21]) Angaben im Magendarm, d. h. zwischen dem Ende des Oesophagus und der ersten Einmündung des Nebendarmes. Ich glaube diese Drüsenregion ein wenig weiter nach hinten zu verlegen zu dürfen, da ich auf den betreffenden Querschnitten schon stets den Nebendarm mit getroffen habe. Nach Koehler sind es echte, zusammengesetzte Drüsen von birn- oder flaschenförmiger Gestalt. Obgleich diese Drüsenregion nur eine sehr beschränkte Ausdehnung hat, sind die Drüsen doch sehr zahlreich, denn sie liegen sehr eng aneinander und oft übereinander, so daß man auf Querschnitten mehrere übereinander vorfindet. Wie gesagt, ist die Länge der Region sehr gering. Ich fand die Drüsen stets nur auf einer beschränkten Anzahl von Schnitten und glaube, daß dieser Teil, nach Längsschnitten zu urteilen, eine Länge von wenigen Millimetern kaum weit überschreiten dürfte. Wagner[36]) beschreibt die Drüsen bei *Palaeopneustes niasiacus:* „Die Drüsen besitzen Flaschenform; der rundbauchige Körper derselben geht allmählich in den breiten Hals über. Letzterer ist zur Seite gewendet und nach hinten gerichtet, so daß die Nahrungsmassen auf ihrem Wege vom Munde zum After diese Öffnung nicht verstopfen können. Der Innenraum dieser Drüse ist von langen, zylindrischen Zellen ausgefüllt, deren Kerne in breiteren Teilen nach der Peripherie zu liegen, während die schmalen Endteile in der Mitte zusammenstoßen und dort ein schmales Lumen freilassen. Dieses findet seine Fortsetzung in einem engen Kanal, der in das Darmlumen mündet. Im Halsteil stehen die Kerne sehr dicht beieinander und gehen in die Kernschicht des Darmepithels über. Der Bauchteil der Drüsen ist tief in das Bindegewebe eingesenkt." Mit dieser Beschreibung stimmen Koehlers[21]) Angaben überein. Er fügt noch hinzu, der Inhalt der Drüsen bestehe in einer sehr feinkörnigen Masse und er habe diese Drüsen niemals in einem anderen Teile des Darmes angetroffen, auch nicht in

der Nähe der Mündung des Divertikels, wo Hoffmann[18]) das Vorhandensein von Drüsen beobachtet haben will. Bei Echinocardium, Brissus, Schizaster und Brissopsis fand Koehler[21]) die gleichen Verhältnisse. Ich kann für Spatangus und Echinocardium die Angaben bestätigen, indem ich bei diesen Arten an der genannten Stelle diese Drüsen in der beschriebenen Form in großer Menge vorgefunden habe. Auch bei diesen Tieren waren, soviel ich bemerken konnte, die Ausführgänge schräg nach hinten gerichtet, so wie es Wagner[36]) zu seinen *Palaeopneustes niasiacus* angibt.

Es scheint also die Unterscheidung eines zweiten Darmabschnittes, des Magendarmes, für die Mehrzahl der irregulären Seeigel gerechtfertigt zu sein, ob für alle Arten ist noch unentschieden, aber sehr wahrscheinlich.

Der Nebendarm stimmt in seinem Bau mit dem des Dünndarmes im großen und ganzen überein; seine physiologische Funktion erscheint noch ungewiß, wenn auch angenommen wird, daß er zur Darmatmung in erster Linie dienen soll.

Einige Abweichungen zeigt der Blinddarm dieser Seeigel. Außer der geringen Entwicklung der Muskelschichten ist die große Zahl von Gefäßen an diesem Teil des Darmes zu erwähnen. Eine weitere Besonderheit ist die starke Zersetzung des Epithels nach dem Lumen des Blinddarmes zu. Koehler[21]) hat diesen Zustand zuerst beschrieben und abgebildet: „Die Oberflächenzellen des Epithels sind gegen das Innere nicht deutlich abgegrenzt. Man sieht auf den Schnitten, daß sie sich fortsetzen und vermengen in eine Masse, welche aus einem körnigen Brei und einem feinen Netzwerk besteht, indem man Kerne, Protoplasmaklumpen, Trümmer von Zellwänden, mit einem Wort Überreste von Zellen findet, welche in Auflösung geraten sind. Dieser Brei, welcher eine mehr oder weniger starke Schicht bildet, ist nichts anderes als ein Teil des braunen Sekrets, welches den Blinddarm erfüllt und an den Wänden hängen geblieben ist, Wenn man die Epithelschicht von der Basis an, wo die einzelnen Zellen sehr klar hervortreten, bis dahin. wo man nur die körnigen Trümmer findet, beobachtet, so kann man bestimmt erkennen, daß die Oberflächenzellen umgebildet und in Zerfall geraten sind und auf ihre Kosten sich die Blinddarmflüssigkeit bildet, welche in den Darm ergossen wird und bei der Verdauung eine wichtige Rolle spielen muß, nach der Entwicklung des Organs, welches sie ausscheidet, zu urteilen.“ Ich habe diese Zersetzung des Blinddarmepithels sehr schön bei Spatangus und Echinocardium beobachten können. Von der Wandung nach dem Lumen oder dem Ausgang des Blinddarmes zu schwindet in der Flüssigkeit die klare Begrenzung der Zellen, bis schließlich die Masse fast vollkommen homogen erscheint. Merkwürdigerweise war jedoch dieser Vorgang der Zersetzung nicht regelmäßig. Bisweilen war das Epithel im vorderen Teile des Blinddarms gegen das Lumen scharf abgegrenzt, nur im letzten Teile zeigte sich der Anblick der Epithelzersetzung, oder es hatte bei Tieren, welche in gleicher Weise gefangen, getötet und konserviert waren, wie solche, bei denen der Zerfall zu beobachten war, überhaupt im Blinddarm keine Zersetzung stattgefunden, und das Epithel war scharf gegen das Lumen begrenzt, während in der Mitte des Organs trotzdem eine fast homogen erscheinende, durch den Alkohol weiß gewordene Blinddarmflüssigkeit vorhanden war. Auch Wagner hat diese Epithelzersetzung nicht beobachtet, sondern erwähnt eine klare Begrenzung des Epithels im Blinddarm. Demnach hat es den Anschein, als ob die Zersetzung des Epithels und dadurch die Bildung der Blinddarmflüssigkeit nur periodisch stattfände. Da ich glaube, den starken Zerfall des Blinddarmepithels besonders bei solchen Exemplaren wahrgenommen zu haben, in deren Darm ich mehrfach größere Muscheln von einem Sekret umhüllt antraf, so wäre es wohl möglich, vorausgesetzt, daß das die Muscheln umgebende Sekret mit der Blinddarmflüssigkeit identisch ist, daß nach dem Genuß solcher Muscheln eine ergiebigere Bildung der Blinddarmflüssigkeit eintritt.

Das letzte Organ, welches dem Spatangidendarm angehört, ist das zweite Divertikel, welches man am Enddarm vieler irregulärer Seeigel vorfindet. Seine Gestalt und Lage habe ich bereits erörtert; sein histologischer Bau entspricht dem der anliegenden Darmwandungen. Die Muskelschichten sind bedeutend stärker entwickelt, als in diesem Teil des Darmes selbst, und während Epithel- und Bindegewebsschicht im Darm ziemlich glatt verläuft, bilden diese beiden Schichten im Divertikel zahlreiche hohe Falten und Zotten und sind zu einer solchen Stärke entwickelt, daß die Dicke der Wand des Divertikels diejenige der Darmwand oft um das Vier- bis Fünffache übertrifft. Der Übergang an der Mündung in die Darmwand ist ein ganz allmählicher, indem die Schichten des halben Umfangs des Darmes höher, die der anderen Hälfte

weniger ausgebildet sind. Im Bindegewebe liegen sehr zahlreiche Pigmentkörner, wodurch das Divertikel eine dunklere Farbe erhält als der Darm. Drüsenzellen habe ich in diesem Divertikel nicht gefunden. Die starke Entwicklung der beiden innersten Schichten zeigt sich auch an der gleichen Stelle bei solchen Arten, denen ein zweites deutliches Divertikel nicht zukommt und deutet uns dadurch an, wo bei diesen Arten die Spuren eines zweiten Divertikels zu suchen sein dürften. Ist das Divertikel wohl ausgebildet, so findet man darin weißlich-graue Klumpen von verschiedener Größe (bis 5 mm Durchmesser) und in verschiedener Anzahl (bis über 20 Stück). Diese Ballen, man nannte sie bisher Exkrementballen, doch ist diese Bezeichnung wegen ihrer Zusammensetzung nicht passend, enthalten in ihrem Innern stets eine Muschel oder sonstige widerstandsfähige Kalkstückchen, welche von dem Seeigel gefressen sind, die den bisher ziemlich weiten Darm passieren konnten, nun aber wegen ihrer Größe den Darm des Tieres zu verlassen nicht befähigt sind und daher hier ihre Auflösung erfahren müssen. In den allermeisten Fällen handelt es sich hierbei um Muschel- oder Schneckenschalen. Die weichen, grauen Klumpen entstehen dadurch, daß die Muscheln von einem Sekret aus dem Darm des Seeigels umhüllt werden. Das Einhüllen durch das Sekret geschieht bereits im Darm selbst, bevor die Muschel in das Divertikel gelangt ist und zwar findet es sich von der Mündung des ersten Blinddarmes an, während im Oesophagus und Magendarm die verschluckten Muscheln noch völlig frei zu finden sind. Die Stärke der einhüllenden Schichten ist anfangs im ersten Teil der unteren Windung sehr dünn, wie ein feines Häutchen, nach und nach wird sie jedoch immer stärker, bis sie beim Eintritt der Muschel in den Enddarm in einer Dicke bis zu 1,5 mm ihren Höhepunkt erreicht. Von außen ist alsdann die Muschel als solche nicht mehr erkennbar, wohl aber ist sie im Innern des Ballens noch wohlerhalten. Dieser Ballen ist nun so groß, daß er nur schwer den ziemlich verengten Enddarm passieren kann, und da gleich hinter der Mündung des Blindsackes sich der Enddarm bedeutend verengt, so wird dieser Ballen fast von selbst in die ziemlich weite Öffnung an der Seite der Darmwand gedrängt und gelangt auf diese Weise in das Divertikel hinein. Die Umhüllungsmasse dieser Ballen besteht aus mehreren Schichten eines sehr fein granulierten, fast homogen erscheinenden Sekretes, welches mit feinen Sandpartikelchen, Diatomeenschalen, vielen Pigmentkörnchen und Zellkernen durchsetzt ist. Da man die Muscheln von diesem Sekret bereits im Anfangsteil des Dünndarmes umgeben findet, so ist auch hier die Quelle des Sekrets zu suchen und zwar in den Schleim- und Drüsenzellen des Darmes oder, was wegen der Menge und Beschaffenheit des Sekrets mir nicht unwahrscheinlich ist, in der Blinddarmflüssigkeit. Außer den im Darmlumen dem Sekret sich beimischenden Fremdkörpern glaubt man dieselbe Masse wie im Blinddarm vor sich zu haben. Die zahlreichen Pigmenthaufen, die Zellkerne und die Zellwände, welche in der Blinddarmflüssigkeit das feine Netzwerk ausmachen, treten auch hier hervor. Auch sprächen vielleicht für diese Annahme die starke Entwicklung des Blinddarmes bei allen denjenigen Seeigeln, welche keinen Kauapparat besitzen und auf eine Auflösung der Muscheln auf diese Art angewiesen sind, während dagegen bei allen mit Kauapparat versehenen Arten, denen also ein Zerkleinerungsorgan zu Gebote steht, der Blinddarm eine bedeutend geringere Ausbildung aufweist. Doch spreche ich hier nur eine Vermutung aus und muß der Ursprung dieses Sekrets noch durch eingehende Untersuchungen, event. an lebenden Tieren, festgestellt werden.

Die Sekretballen, deren durchschnittliche Größe 2—5 mm beträgt, lagern sich also in großer Zahl — ich habe bis zu 25 Stück in einem Tier gefunden — in dem ziemlich stark erweiterungsfähigen Divertikel, welches z. B. bei Echinocardium eine größte Weite von 3—4 mm erreichen kann. Untersucht man nun die auf solche Art eingehüllten Kalkschalen, so findet man sie, solange sie im Darm selbst liegen, stets hart und widerstandsfähig, wenn sie auch bereits von einer dicken Sekretschicht umgeben sind; dagegen zeigen viele der in dem Divertikel lagernden Muscheln eine deutliche Zersetzung. Man findet hier neben noch gut erhaltenen Muscheln solche, die sehr dünn und zerbrechlich sind, oder welche überhaupt nur noch an einem sehr dünnen Häutchen erkannt werden, mit einem Wort alle Abstufungen von Muscheln, welche einer langsamen Auflösung entgegengehen, bis schließlich ein fester Inhalt solcher Sekretballen überhaupt nicht mehr zu ermitteln ist, sondern derselbe eine durchweg weiche, sehr zerbrechliche und leicht zerfallende Masse darstellt. Die endgültige Auflösung der Kalkschalen geschieht also in dem zweiten Divertikel des Darmes. Während nun die Sekretballen, welche übrigens eine etwas stärkere alkalische Reaktion auf Lakmus zeigen als die Darmwand oder der sonstige Darminhalt, im

Divertikel lagern, werden sie von einer weiteren Schicht umgeben, deren Quelle nun die Epithelschicht des Divertikels selbst ist. — Schneidet man das Divertikel mitsamt seinem Inhalt (die Schnitte glücken nur, wenn man auf Ballen mit nahezu zersetzten Schalen trifft), so sieht man aus dem hier sehr stark entwickelten hohen Epithel Zellen hervortreten, welche zunächst nur wenig aus dem Epithel hervorragen, sich aber bald weiter emporschieben, das freigewordene Ende verdicken und so den übrigen Zelleib nachziehen, bis sie ganz aus dem Epithel herausgetreten sind. In diesen Zellen erkennt man außer dem Kern einen sehr feingekörnten Inhalt und bei starken Vergrößerungen eine sehr feine, anfangs kaum wahrnehmbare Längsstreifung oder vielmehr eine feine, in geschlängelten Längsstreifen liegende Körnelung. Sind die Zellen frei geworden, so nehmen sie meist eine länglich-ovale bis kugelige Gestalt an. Die Größe der Zellen ist sehr verschieden, ihre Breite beträgt 6—18 μ, ihre Länge 16—50 μ und länger, wie sich aus den Beobachtungen aus Zupfpräparaten ergab, während die Zellen auf den Schnitten meist nicht in ganzer Länge getroffen wurden. Auf solchen Zupfpräparaten habe ich Zellen von 0,1 mm Länge gefunden, so daß ihre Größe der Höhe des Epithels fast gleichkommt. Während also die Zellen bei und nach ihrem Austritt aus dem Epithel nur eine sehr undeutliche Struktur erkennen lassen, zeigen sich in ihnen, je mehr sie sich von dem Epithel entfernen und den im Divertikel lagernden Sekretballen nähern, in der Längsrichtung liegende, geschlängelte Fasern, welche immer deutlicher werden und in der Längsrichtung liegende, stark lichtbrechende, zahlreiche Körner erkennen lassen. Diese Zellen legen sich nun in der Richtung der Fasern, tangential, an die Sekretballen an, die Membran der Zellen platzt, Fasern und Kern werden frei. Die austretenden Fasern bilden in ungeheurer Menge, wirr durcheinander liegend, die äußerste Schicht, welche die Sekretballen umgibt. Zwischen den Fasern liegen die Zellkerne; auch von den Fasern scheinen wiederum die innersten zu zerfallen, ihr Inhalt und ihre Körnchen werden frei, und so bildet sich eine wirre, dichte Schicht, welche sich mit der inneren Schicht verbindet und als verworrene, stachelige Hülle jeden Ballen einzeln umschließt. Die äußere Faserschicht ist stets dünner als die innere Sekretschicht. Sie erreicht eine Stärke von 0,03—0,06 mm. Die Fasern selbst sind ca. 2 μ dick und erreichen eine beträchtliche Länge. Auf Zupfpräparaten habe ich häufig Fasern bei einer Dicke von 2 μ eine Länge von 0,06—0,1 mm erreichen sehen. Sie besitzen eine ziemlich starke Membran und in ihrer ganzen Länge liegen, der Zellwand sich anschmiegend, eine Reihe von großen, glänzenden, oft bräunlich gefärbten und stark lichtbrechenden Körnern. Die Fasern bleiben in verdünnten Säuren unverändert, sie lösen sich in Schwefelsäure. In Kalilauge erscheinen die Körnchen aufgelöst, die Membran bleibt unverändert. Alle Sekretballen, welche im Divertikel gelagert sind, aber auch nur diese, sind regelmäßig von einer solchen Faserschicht umgeben. Es müssen diese Fasern entweder mit oder ohne Zutun der inneren Sekretschichten die Zersetzung der Kalkgebilde bewirken, und zwar scheint sich dieser Vorgang in ziemlich kurzer Zeit abzuspielen, da ich doch stets mehrere Muscheln im Darm eines Seeigels vorgefunden habe, aber im Divertikel nur für eine beschränkte Zahl solcher Muscheln Platz vorhanden ist. Daß die Tiere den gelösten Kalk, zum Teil wenigstens, in die Leibeshöhlenflüssigkeit durch die Darmwand hindurch aufnehmen und zum Aufbau der Schale verwenden, ist wahrscheinlich. Sehr lohnend wäre es wohl, diese Auflösung durch chemische Versuche zu beobachten und zu untersuchen, welche Mittel gebraucht werden, um den Kalk der gefressenen Muschelschalen für den eigenen Körper dienstbar zu machen. Ob ein ähnlicher Vorgang bei den Echiniden zu finden sein wird, erscheint mir fraglich, doch könnte man auf diese Vermutung kommen durch eine Bemerkung Hamanns [15]), falls dieselbe auf gleichartige Beobachtungen zurückzuführen ist. Ohne seiner Ansicht eine nähere Erklärung hinzuzufügen, schreibt er bei der Besprechung des Darmepithels: „Die freien Enden sind birnförmig aufgetrieben. Es werden nun nicht bloß die durch Osmium schwarz gefärbten Körner frei, sondern es schnürt sich der vordere, birnförmige Zellteil ab und kommt frei in das Lumen zu liegen. Daß dieser abgestoßene Teil mit dazu dient, die kugeligen Exkrementballen zu bilden, welche bei allen Echiniden durch den After entleert werden, ist sehr wahrscheinlich."

Wir haben also im Epithel des Spatangidendarmes folgende verschiedene Zellarten zu unterscheiden. Zu denen, die das Epithel nicht verlassen, gehören die haarartigen Zylinderzellen, die flaschenförmigen oder becherglasartig erweiterten Epithelzellen, sowie die Pigmentzellen. Dagegen verlassen die im ersten Teil des Darmes besonders häufigen farblosen Wanderzellen und die im hinteren Darmabschnitte immer zahlreicher werdenden roten Wanderzellen, ferner die Faserzellen des zweiten Divertikels das Epithel, um

für die Verdauung verwandt zu werden. Unterstützt wird ihre Wirkung einmal durch das Sekret der Drüsen im Magendarm und ferner durch die aus dem Blinddarm heraustretende Flüssigkeit.

Nachdem nun die Auflösung der Kalkschalen in dem Divertikel vor sich gegangen ist, werden die Ballen wieder in den Darm zurückbefördert. Im Enddarm der Spatangiden findet man bedeutend kleinere, ungefähr stecknadelkopfgroße Kügelchen, welche aus der gleichen Substanz bestehen, wie die großen Sekretballen; doch finden sich in ihnen keine Spuren von Kalkschalen mehr vor, die Schichtung ist nicht mehr zu erkennen und die Fasern nur noch ganz vereinzelt nachzuweisen. Es ist jedoch zweifellos, daß diese kleinen Klumpen durch den Zerfall der größeren Sekretballen entstehen. Der Zerfall scheint erst im Darm selbst stattzufinden, da ich im Divertikel stets nur gänzlich erhaltene, geschichtete Ballen angetroffen habe. Die kleinen Kügelchen können leicht den Enddarm passieren und durch den After entleert werden. Nähere Aufschlüsse über die Umbildung der Sekretballen in die Kügelchen, denen nun wohl der Name Exkrementballen zukommen könnte, vermag ich nicht zu geben.

Durch diese verschiedenen Vorgänge und besonders durch das Vorhandensein des zweiten, möglicherweise auch des ersten Divertikels wird also dem Seeigel die Möglichkeit geboten, größere und widerstandsfähige Nahrungsbestandteile in den Darm ohne Schaden aufnehmen, sie verwerten und den Rest wieder ausstoßen zu können. Es will mir nicht einleuchten, daß die erste Einhüllung in ein Sekret nur zum Schutze der zarten Darmwandungen geschaffen wäre, wie es z. B. von dem Kristallstiel bei Mytilus (s. F. E. Schulze, Über den Kristallstiel der Lamellibranchiaten. Gesellsch. naturforschender Freunde. Berlin, Sitzung vom 18. März 1890, und B. Haseloff, Über den Kristallstiel der Muscheln. Dissert. Kiel 1888) behauptet wird, denn dann müßte die Unschädlichmachung dieser scharfen Nahrungsteile schon eher beginnen, um auch den Vorderdarm zu schützen, und ein nachträglichles Dickerwerden der Schichten wäre hiermit auch nicht zu erklären. Aber möglicherweise könnte eine Parallele zwischen diesen Vorgängen im Seeigeldarm und der Bedeutung des Kristallstieles sich finden, indem in der Masse des letzteren ebenfalls eine Zersetzung von schwer lösbaren Nahrungsteilen vor sich geht. Doch ich habe hierüber keine genügenden Untersuchungen angestellt, um mir ein Urteil bilden zu können.

Man ersieht aus allen diesen Einrichtungen am Darm der Spatangiden, daß für das Fehlen des Kauapparates der regulären Seeigel, Vervollkommnungen am Darm selbst stattgefunden haben, welche dazu bestimmt sind, den Kauapparat zu ersetzen; es gehören zu diesen Einrichtungen die verschiedenen Drüsen des Darmes und hauptsächlich die beiden Divertikel. Koehler[21]) äußert seine Ansicht über diesen Punkt mit den Worten: „Der Darm eines regulären Seeigels würde nicht einem Tier genügen, welches nur feste Stoffe frißt, Sand oder Trümmer von Muschelschalen. Daher sehen wir den Darm bei den Spatangen viel dickere Wände erreichen und durch starke Mesenterien an die innere Schalenwand befestigt, welche die stets von groben Substanzen erfüllten Darmwandungen in ihrer Lage festhalten. Schließlich ist eine wichtige Vervollkommnung, welche den Darm der Spatangiden charakterisiert, die Unterscheidung von besonderen Drüsenorganen, wie das Divertikel und gewisse Drüsen in den Darmwandungen, Organe, welche bei den regulären Seeigeln nicht vorhanden sind."

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Querschnitt durch den Oesophagus von *Echinocardium cordatum*. Vergröß. 60. (Sublimat + Alkohol, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.)
E. I. Innenepithel.
B. Bindegewebsschicht, auf allen Seiten ziemlich gleichmäßig, im Verhältnis zum Epithel sehr stark entwickelt und in zahlreichen Wulsten emporragend.
M. Muskelschicht.
E. E. Äußeres Epithel.

Fig. 2. *Echinocardium cordatum*. Schnitt durch den Enddarm kurz hinter der Aussackung. Vergröß. 60. (Pikrin-Schwefelsäure + Chromsäure, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.) Das Bindegewebe ist auf der einen Seite, auf der Seite des zweiten Divertikels, sehr stark entwickelt und gewulstet, dagegen auf der anderen, gegenüberliegenden Seite nur schwach entwickelt. Ebenso ist das Epithel, wenn auch in geringerem Grade, nur einseitig stärker ausgebildet.
E. I. Innenepithel.
B. Bindegewebsschicht, in welcher bei dieser Konservierungsart eine merkwürdige, faserartige Differenzierung auftritt.
M. Muskelschicht.
E. E. Äußeres Epithel.
M. E. Elastische Membran, welche bei diesem Konservierungsmittel sehr deutlich und dick erscheint.

Fig. 3. *Echinocardium flavescens*. Schnitt durch den Enddarm, kurz hinter der Aussackung. Vergröß. 60. (Sublimat + Alkohol, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.) Ebenso wie bei *Echinocardium cordatum* ist auch hier im Enddarm die Bindegewebsschicht und in geringerem Maße auch das Innenepithel nur auf der einen Seite des Darmes, nämlich dort, wo die Aussackung liegt, zu einer bedeutenden Höhe entwickelt und gewulstet, während diese Schichten auf der entgegengesetzten Seite, sowie im übrigen Teil des Dünndarmes niedrig sind und ziemlich glatt verlaufen. Buchstaben wie in Fig. 7.

Fig. 4. *Echinocardium cordatum*. Schnitt durch das zweite Divertikel. Vergröß. 550. (Alkohol + Essigsäure, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.) Es ist eine Faltung des Divertikels getroffen. Man sieht, wie besonders aus den Faltungen des Innenepithels die Faserzellen herauszuwandern scheinen.
E. E. Äußeres Epithel.
MR. und ML. Ring- und Längsmuskelschichten.
B. Bindegewebsschicht mit den Konkretionen C.
E. I. Innenepithel.
Rechts liegt der vom Darmsekret S. S. umgebene Nahrungsbestandteil (Muschel) A.
Die Faserzellen Z. F., zwischen ihnen einige Wanderzellen Z. W., wandern aus dem Innenepithel der Darmwand zum Nahrungsballen und umgeben ihn mit einer faserigen Schicht F. S.

Fig. 5. *Echinocardium*. Schnitt durch die Aussackung etwas hinter ihrer Mündung in den Enddarm. Vergröß. 50. (Flemmingsche Lösung, Hämalaun + Eosin.) Es sind, in dem Divertikel liegend, drei Nahrungsballen getroffen, der eine ziemlich am Ende. Die Dicke der Sekretschicht S. S. und der Faserschicht F. S. ist unregelmäßig.
D. I. Divertikel. D. E. Enddarm. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 9.

Fig. 6. *Echinocardium flavescens*. Schnitt durch das Divertikel und den Enddarm kurz hinter der Mündung des Divertikels. Vergröß. ca. 40. (Sublimat + Alkohol, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.) Der Inhalt aus Divertikel und Darm ist vorher ausgewaschen. Das Epithel des Divertikels ist stark entwickelt und vielfach gefaltet. Ebenso das Epithel und Bindegewebe des Enddarmes, aber hier nur auf der Seite, welche dem Divertikel gegenüber liegt.
D. I. Divertikel.
D. E. Enddarm.

Fig. 7. Übergang des Dünndarmes in den Enddarm bei *Spatangus purpureus*. Natürliche Größe. Man sieht hier äußerlich nur eine schwache Erweiterung.
D. D. Dünndarm.
R. Enddarm.

Fig. 8. Aus Koehler: „Recherches sur les échinides des côtes de Provence". (Fig. 20.) *Echinocardium flavescens*. Letzter Teil des Darmes.
C. S. Obere Windung.
R. Enddarm und D. sein Divertikel.
an. anus. Zp. Periprokt.

Fig. 9. Übergang des Dünndarmes in den Enddarm, bei *Echinocardium cordatum*. Natürliche Größe.
D. Das Divertikel des Enddarmes.
D. D. Dünndarm.
R. Rectum.

Fig. 10. Aus Wagner: „Anatomie des *Palaeopneustes niasiacus*".
Der letzte Teil des Darmes von *Palaeopneustes niasiacus*.
m. d. Kleines dorsales Mesenterium.
R. Rectum.
D. D. Dünndarm. D. Divertikel des Enddarmes.

Fig. 11. *Echinocardium*. Epithel des Divertikels. Vergröß. 60. Photographie. (Sublimat + Alkohol, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.)

Fig. 12. *Echinocardium*. Eine aus dem Epithel der Aussackung E. I. heraustretende Faserzelle F. S. Vergröß. 650. (Sublimat + Alkohol, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.)

Fig. 13. Einzelne Faserzellen aus dem Divertikel von *Echinocardium*. Vergröß. 650. (Flemmingsche Lösung, Hämalaun + Pikrin-Fuchsin.)
a und b sind noch geschlossen,
c und d sind aufgeplatzt und aus der Zelle,
e werden die Fasern bereits frei.

Fig. 14. Einzelne Fasern mit lichtbrechenden Körnchen K aus einem Zupfpräparat eines frischen Ballens aus der Aussackung von *Echinocardium*. Vergröß. 1000.

Literatur-Verzeichnis.

1. Bolau. Seestern und Einsiedlerkrebs. Zoologischer Garten. Jahrg. 19 u. 46. Frankfurt.
2. Ludwig, H. und Hamann, O. Echinodermen. II. Bd. III. Abt. in Bronn, H. G. Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Leipzig-Heidelberg 1894—1905.
3. Conheim, O. Versuche über Resorption, Verdauung und Stoffwechsel der Echinodermen. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiolog. Chemie. Bd. 33. Straßburg 1901.
4. Cuénot. Etudes morphologiques sur les Echinodermes. Arch. Biolog. T. 11. 1891.
5. Danielsen, D. C. og Koren, J. *Echinoderma* fra den norske Nordhavs Expedition 1876—78. Christiania 1882.
6. Dawson, J. W. The food of the common Sea-Urchin. American Natural. Vol. I. 1868.
7. Dohrn, Anton. Mitteilungen a. d. zool. Stat. zu Neapel. Zoologischer Anzeiger. Bd. 25. 1875.
8. Eisig, H. Biolog. Studien. 4. Über die Funktion der Seeigelstacheln. Kosmos. Bd. 13. 1883.
9. Faust, E. St. Die tierischen Gifte. Braunschweig 1901.
10. Frenzel, Joh. Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. 1. Der Darmkanal der Echinodermen. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Berlin 1892.
11. Führt, O. Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903.
12. Gräffe, Ed. Übersicht der Seetierfauna des Golfes von Triest. 1. Die Echinodermen. Arbeiten aus d. zoolog. Institut der Universität Wien und d. zoolog. Station in Triest (Dr. C. Claus). Bd. 3. Wien 1881.
13. Grave. Feeding-Habits of a Spatangoid, *Moira antropos,* a Brittle Starfish, *Ophiophragma wurdmanni* and a *Holothurian, Thyone briareus.* Science. Vol. 15.
14. Greeff, Rich. Über das Verhalten von Seesternen in der Gefangenschaft. Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. für Nat. u. Heilkunde. Bonn 1868.
15. Hamann, O. Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. Bd. 21 (1887) u. Bd. 23 (1889).
16. van Heß, W. Die wirbellosen Tiere des Meeres. Hannover 1878.
17. Hesse. Note sur les motifs qui déterminent les oursins à se creuser dans les rochers des réduits dans lesquels ils se logent. Ann. Sc. nat. Sér. 5. Zool. T. 7. 1867. Paris.
18. Hoffmann, C. K. Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederl. Archiv für Zoolog. Band 1. 1871—73.
19. Husemann. Handbuch der Toxologie (1862).
20. John, Georg. Über bohrende Seeigel. Archiv f. Naturgesch. Bd. 1. Jahrgang 55. Berlin 1889.
21. Koehler, R. Recherches sur les echinides des côtes de Provence. Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Tome 1. 1883.
22. Meisner und Collin. Echinodermen. Wissensch. Meeresuntersuchungen. Helgoland 1, 1. 1894.
23. Möbius. Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Berlin 1880.
24. Möbius und Bütschli. Echinodermen der Nordsee. Jahresber. der Komm. zur Unt. d. deutsch. Meere. II u. III. Berlin 1875.
25. Noll, F. C. Mein Seewasseraquarium. *Cucumaria planci* Brdt. Zool. Garten. Jahrg. 22. 1881.
26. Parker, C. A. Poisonnons qualities of the Starfish. The Zoologist 5. 214. 1881.
27. Petersen, E. G. Det videnskabeligte Udbytte af Kanonbaaden „Hauchs" Togter. Aarene. 1883—86. Kjöbenhavn 1893.
28. Prouho, H. Recherches sur le *Dorocidaris papillosa,* et quelques autres Echinides de la Méditeranié. Arch. Zoolog. expér. Ser. 2. T. 5. 1887.
29. Rauschenplat, E. Über die Nahrung von Tieren aus der Kieler Bucht. Dissert. Kiel 1901.
30. Schimenz, P. Wie öffnen die Seesterne Austern? Mitteilungen des deutschen Seefischerei-Vereins. Berlin 1895.
31. Schmidt, M. Nachrichten aus d. zoolog. Garten i. Frankfurt. Bd. 19. Frankfurt 1878.
32. Semon, R. a) Die Entwicklung der *Synapta digitata* und die Stammesgesch. d. Echinodermen. Jena. Zeitschrift für Naturwiss. Bd. 22. 1888.
    b) Mitt. d. zoolog. Stat. zu Neapel. Bd. VI. Berlin 1887.
33. Teuscher, R. Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jena. Zeitschr. f. Naturw. Bd. X. Jena 1876.
34. v. Uexküll, J. Studien über den Tonus. II. Die Bewegung der Schlangensterne. Zeitschr. f. Biologie. 28 (46). 1905.
35. Valentin, G. L'anatomie du genre Echinus. In Agassiz: Description des Echinodermes vivants et fossiles. Neuchâtel 1841. Bd. IV.
36. Wagner, Joh. Anatomie des *Palaeopneustes niasiacus.* Wissensch. Ergebn. der deutschen Tiefsee-Exp. Bd. 5. Jena 1905/06.
37. Wolff, M. Die Ausdehnung des Gebietes der giftigen Miesmuscheln und der sonstigen giftigen Seetiere in Wilhelmshaven. Virchows Archiv 104. 1886.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
M.E.
E.E.
E.J.
B.
M.
F.S.
S.S.
A.
D.J.
DE.
DD.
Ee.
MR.
ML.
K.
Z.F.
C.S.
R.
zp.
an.
md
D.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Hydrographische Abteilung Nr. 7.

Die Alkalinität des Meerwassers.

Meerwasser, Kohlensäure, kohlensaurer Kalk, ein System aus 3 Bestandteilen nach der Phasenregel.

Von

Dr. E. Ruppin.

Mit 2 Karten und 2 Figuren im Text.

Im folgenden berichte ich über die Bestimmung der Alkalinität des Meerwassers der Nord- und Ostsee, die ich im Auftrage von Herrn Geheimem Regierungsrat Professor Dr. O. Krümmel an Bord des Poseidon ausgeführt habe, und entwickele die physikalisch-chemische Theorie dieses Problems. Der Bericht ist in nachstehende Abteilungen gegliedert:

1. Über Alkalinität im allgemeinen.
2. Ist Meerwasser alkalisch?
3. Wie soll man die Alkalinität des Meerwassers zahlenmäßig ausdrücken?
4. Ausführung der Alkalinitätsbestimmungen.
5. Zahlenwerte für Nord- und Ostsee und Besprechung der Befunde.
6. Anwendung der elektrolytischen Dissoziationstheorie auf das Problem der Alkalinität.
7. Meerwasser und die Phasenregel von W. Gibbs.

1. Über Alkalinität im allgemeinen.

Alkalisch im eigentlichen Sinne sind die Hydroxyde der Alkalien (davon stammt Name und Begriff), das sind Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium nebst Ammoniak und diesem ähnliche Verbindungen, ferner die Hydroxyde der alkalischen Erden, einiger Schwermetalle usw. Die charakteristischen Eigenschaften der Lösungen dieser Verbindungen sind folgende: Sie vermögen mit Säuren Salze zu bilden, wobei die sauren und alkalischen Eigenschaften verschwinden, und sie geben mit gewissen Stoffen besondere Färbungen, so mit Lackmus blau, Phenolphthalein rot, Rosolsäure rosenrot, Methylorange gelb, Kongorot rot.

Nach der Ionentheorie, die ich auch im folgenden häufig benutzen werde, weil sie das Verhalten von Lösungen in weitgehendstem Maße unter einem Gesichtspunkte darzustellen gestattet, ist das allen alkalischen Verbindungen gemeinsame das Hydroxylion OH′; der Strich bedeutet eine negative elektrische Ladung. Also alle alkalischen Verbindungen zerfallen in wäßriger Lösung, weitgehend in das Metallion (Kation mit einer oder mehr elektrischen Ladungen) und so vielen Hydroxylionen (Anionen), als das Kation Ladungen besitzt:

$$R\,OH = R^{\cdot} + OH'.$$

Die Säuren zerfallen in das Anion (den Säurerest) und das Wasserstoffion

$$Ac\,H = Ac' + H^{\cdot}.$$

Der Vorgang der Neutralisation einer Säure mit Alkali besteht demnach in der Vereinigung von Hydroxyl und Wasserstoff zu Wasser:

$$R^{\cdot} + OH' + Ac' + H^{\cdot} = R^{\cdot} + Ac' + H_2O$$

Auch die verschiedenen Färbungen mit den oben angegebenen Farbstoffen beruhen auf Reaktionen des Hydroxylions oder Wasserstoffions mit diesen Stoffen. Demnach muß man nach der Ionentheorie sagen:

die Alkalinität ist proportional der Konzentration der Hydroxylionen.

Mit dieser Definition umfaßt man noch eine andere Art (sekundär) der Alkalinität.

Die Salze starker Basen mit sehr schwachen Säuren wie Kohlensäure, Borsäure, Essigsäure und andere mehr, deren Struktur, chemisch betrachtet, den Typus der neutralen Salze hat, zeigen nämlich mit

vielen Farbstoffen auch alkalische Reaktion. Man sagte früher, rein chemisch, daß die Alkalinität so stark wäre, daß sie nicht durch die äquivalente Menge der sehr schwachen Säure aufgehoben würde. Nach der Ionentheorie sieht man diese Erscheinung als eine Wechselwirkung der Ionen des Wassers mit den Ionen des Salzes an. Der Zerfall der Verbindungen in ihre Ionen erfolgt nicht vollständig, sondern nach dem Massenwirkungsgesetz von Guldberg und Waage tritt ein Gleichgewichtszustand ein:

$$Ac\,H \rightleftarrows Ac' + H^{\cdot}.$$

Bedeuten die chemischen Symbole gleichzeitig die Konzentration der Stoffe, so besagt das Gesetz:

$$k \,.\, Ac\,H = Ac' \times H^{\cdot}.$$

Das Produkt der Konzentration der Ionen ist gleich der Konzentration des nicht dissoziierten Bestandteils multipliziert mit einer Konstanten. Im Fall der Lösung eines Salzes im Wasser wird das Gleichgewicht durch folgende vier Gleichungen bestimmt:

$k_1\,Ac\,R = Ac' \times R^{\cdot}$ Gleichung des Salzes,
$k_2\,Ac\,H = Ac' \times H^{\cdot}$ Gleichung der Säure,
$k_3\,R\,OH = R^{\cdot} \times OH'$ Gleichung der Base,
$k_4\,H\,OH = H^{\cdot} \times OH'$ Gleichung des Wassers.

Zu diesen Gleichungen kommen noch die chemischen Bedingungen:
$Ac\,R + Ac\,H + Ac' = m$ (m ist die Menge des vorhandenen Salzes),
$Ac\,R + R\,OH + R = m$,
$Ac' + OH' = R^{\cdot} + H^{\cdot}$, d. h. positive und negative Ionen sind einander an Zahl gleich.

Kennt man nun die Konstanten der Reaktionsgleichungen, so kann man daraus die Konzentrationen der einzelnen Ionen berechnen; man würde dann für Salze der starken Basen mit schwachen Säuren finden, daß die Konzentration der OH' Ionen größer ist als die der $H^{\cdot}$ Ionen, d. h. die Lösungen reagieren alkalisch. Leider sind die Konstanten nur zum kleinsten Teile bekannt, und wir wissen zurzeit auch noch keinen Weg, um sie allgemein zu bestimmen. Zum gleichen Ergebnis kommt man, ohne die Gleichungen aufzulösen, auf Grund folgender Betrachtungen: Die Ionen Ac' einer schwachen Säure reagieren mit dem Wasser entweder, indem sie sich mit den vorhandenen $H^{\cdot}$ Ionen zu nicht dissoziierter Säure vereinigen:

$$Ac' \times H^{\cdot} = k_2\,Ac\,H,$$
$$H^{\cdot} \times OH' = k$$

das Säureion, das von dem Salz immer nachgeliefert wird, nimmt die vorhandenen Wasserstoffionen fort; es müssen sich immer neue Wasserstoffionen, die gleich gebunden werden, bilden; für jedes verschwindende Wasserstoffion entsteht gleichzeitig ein Hydroxylion, so daß deren Konzentration wachsen muß, oder das Säureion reagiert mit nicht dissoziiertem Wasser:

$$Ac' + H\,OH \gtrless Ac\,H + OH'.$$

Das Resultat ist das gleiche, die Konzentration der OH'-Ionen nimmt zu.

Außer den beiden genannten Arten von Alkalinität nennt man noch eine dritte Sorte von Lösungen unter Umständen in der Praxis alkalisch. Hat man die Lösung eines Salzes einer flüchtigen Säure, so ist sie zunächst neutral; gibt man eine nicht flüchtige Säure dazu, so ist die Lösung zunächst sauer; kocht man aber, so wird die flüchtige Säure ausgetrieben und die Flüssigkeit wird wieder neutral; die nicht flüchtige Säure ist durch das Salz neutralisiert worden, das Salz hat gewissermaßen die Rolle eines Alkali gespielt.

2. Ist Meerwasser alkalisch?

Die früheren Untersucher des Meerwassers glaubten eine deutliche Alkalinität des Meerwassers gegen Farbstoffe gefunden zu haben. v. Bibra[1]) schreibt: Eine wenngleich sehr schwache alkalische Reaktion zeigten alle Wasser. Guignet und A. Telles[2]): L'eau possède une réaktion trés nettement alkaline car elle persiste après l'évaporation à sec et à la dissolution du réside dans l'eau. Ich will zunächst diese Beobachtungen kritisch untersuchen. In beiden Fällen wird nicht angegeben, womit die alkalische Reaktion festgestellt worden ist. Verdächtig sind alle älteren Angaben über Alkalinität von Flüssigkeiten, denn das ältere weiße Glas war wenig widerstandsfähig gegen die lösende Wirkung von Wasser und gab gelegentlich

bedeutende Mengen Alkali ab; erst durch Verwendung der Resistenzgläser, wie Jenaer Geräteglas u. a. m., ist dieser Übelstand beseitigt worden. Die Beobachtung von Guignet und Telles ist noch mit einem anderen Fehler behaftet. Dampft man Meerwasser bei höherer Temperatur zur Trockne ein, so findet ein Verlust von Salzsäure statt, und es bleibt im Rückstand etwas Magnesiumoxyd; ein solcher Rückstand muß selbstverständlich alkalisch reagieren, selbst wenn die ursprüngliche Lösung schwach sauer war.

Nach Herkules Tornoe[3]) reagiert Seewasser bestimmt und deutlich alkalisch; er beschreibt seine Versuche wie folgt: „Nach meinen Versuchen zeigen zwei gleich große Proben einer nach Gottliebs Vorschrift frisch bereiteten Lackmuslösung, von denen zur einen eine hinreichende Menge Seewasser und zur anderen ein gleich großes Volumen reines destilliertes Wasser zugesetzt wurde, nicht unbedeutende Farbunterschiede. Ebenso nimmt eine mit sehr verdünnter Oxalsäure angesäuerte passende Probe reines Wasser, worin vorher ein Tropfen Rosolsäure gelöst worden ist, auf Zusatz von Seewasser sofort die bekannte rötlichviolette Farbe an." Beweisen diese Versuche die Alkalinität des Seewassers? Ich glaube nicht. Wenn Seewasser bestimmt und deutlich alkalisch wäre, müßten die Beobachtungen folgendermaßen ausgefallen sein. Setzt man zu einer Probe Seewasser Lackmustinktur, so wird sie blau. Setzt man Rosolsäure zu, so wird sie rosa. Lackmus färbt sich mit Säure zwiebelrot, bei der Neutralisation mit Basen wird die Flüssigkeit blau. Es darf aber keine Kohlensäure zugegen sein, sonst kann man den Neutralitätspunkt nicht finden, weil sich die Flüssigkeit mit Bikarbonaten und freier Kohlensäure weinrot färbt. Der zweite Versuch mit Rosolsäure würde für eine gewisse Alkalinität sprechen, sie braucht aber nur äußerst gering zu sein, da Rosolsäure sich schon mit minimalen Spuren Hydroxyl rötlich färbt.

Dittmar[4]) sucht die Alkalinität, berechnet als $CaCO_3$, auf zwei verschiedenen Wegen festzustellen. Er bestimmt im Meerwasser Kalzium, Magnesium und Kalium und führt eine Probe Seewasser in Sulfate über. Die Differenz von Kalzium, Magnesium und Kaliumsulfat von den gesamten Sulfaten abgezogen, gibt das Natriumsulfat, außerdem wird Chlor und Schwefelsäure im ursprünglichen Wasser bestimmt. Berechnet man aus den ersten Bestimmungen die Basen, aus der zweiten die Säure, so gibt die Differenz die Alkalinität. Er berechnet sie auf $CaCO_3$, also ein neutrales Karbonat. 20 Analysen sind ausgeführt, die Werte schwanken von 0,103‰ bis 0,453‰, im Mittel 0,259. Das Verfahren wäre ausgezeichnet, wenn nicht die einzelnen Analysen-Bestimmungen, besonders Kalzium, Magnesium und Kalium, mit zu großen Fehlern behaftet wären. Tornoe findet im atlantischen Wasser 0,123‰ $CaCO_3$, Abweichung vom Mittel Dittmars um 0,136‰; hätte Dittmar also statt einen zu hohen Wert zu finden, einen um ebensoviel zu niederen Wert gefunden, so wäre er zum Schluß gekommen, daß Seewasser neutral wäre. Abgesehen davon, würde er auch zu Werten von Alkalinität gekommen sein, wenn Meerwasser Bikarbonate und freie Kohlensäure enthielte. Dieser Einwand richtet sich auch gegen sein zweites Verfahren. Er destilliert Seewasser nach Zusatz von schwefelsaurem Ammoniak und titriert das entweichende Ammoniak. In Wirklichkeit ist Seewasser kaum alkalisch zu nennen, oder seine Alkalinität kann nur äußerst gering sein, denn setzt man zu Meerwasser etwas Phenolphthalein in Substanz, so färbt es sich nicht rot. Nun ist Phenolphthalein eines der schärfsten Reagentien auf freies Alkali oder Hydroxylionen in nennenswerter Menge. Nach Salm[5]) genügt zur Rotfärbung mit Phenolphthalein schon eine Hydroxylionenkonzentration von 10^{-5}. Man kann also wohl sagen, Meerwasser ist nicht alkalisch im Sinne 1, es sind keine freien Alkalien darin gelöst. Etwas anderes ist es, wenn wir die Alkalinität im Sinne 3 verstehen.

Bestimmen wir die im Meerwasser gelösten Gase durch Auskochen im Vakuum, so erhalten wir nur eine äußerst geringe Menge Kohlensäure; anders wird die Sache, wenn wir die Wasserprobe ansäuern mit starker Säure. Jetzt läßt sich eine beträchtliche Menge Kohlensäure austreiben. Früher machte man allerhand unzureichende Annahmen, um dies merkwürdige Verhalten zu erklären, und erst Tornoe kam auf den richtigen Gedanken, daß die Kohlensäure wohl gebunden im Meerwasser wäre. Meerwasser ist also alkalisch in dem Sinne, daß Verbindungen einer flüchtigen Säure darin vorhanden sind. Kocht man eine Probe davon mit einer passenden Menge Säure, so entweicht die flüchtige Säure, und die Neutralität ist wieder hergestellt. Da in diesem Falle die flüchtige Säure Kohlensäure ist, die wir als eine der schwächsten Säuren kennen, so ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß Meerwasser alkalisch im Sinne 2 ist, d. h. daß durch Wechselwirkung zwischen Wasser und Salz eine geringe Menge Hydroxylionen entstanden sind.

3. Wie soll man die Alkalinität des Meerwassers zahlenmäßig ausdrücken?

Den zuletzt erwähnten Begriff Alkalinität = Hydroxylionenkonzentration führt W. Ringer[6]) ein; er findet die Alkalinität im Durchschnitt zu $0{,}73 \cdot 10^{-6}$. Dabei wird diese Größe auf indirekte Weise abgeleitet. Der Weg, auf dem er geht, ist folgender. Er mißt die elektromotorische Kraft einer Gaskette, d. h. eines galvanischen Elementes, dessen Elektroden von Platinblechen gebildet werden, die zum Teil in die betreffende Flüssigkeit tauchen, zum Teil in das Gas, dessen Ionen in der Flüssigkeit gemessen werden sollen. Die elektromotorische Kraft ist dann ein Maß für die Ionenkonzentration. Ringer benutzt den Wasserstoff in der Gaskette, mißt also eigentlich die Konzentration der Wasserstoffionen und nicht die der Hydroxylionen. Zur Feststellung dieser Größe müßte man nämlich eine Sauerstoffkette benutzen; die technische Unmöglichkeit, damit übereinstimmende Werte zu erhalten, verbietet leider diese direkte Methode. Man findet aus der Konzentration der Wasserstoffionen die des Hydroxyl auf Grund folgenden Schlusses. Das Produkt der Wasserstoffionen und Hydroxylionen im Wasser ist eine Konstante:

$$H' \cdot OH' = 0{,}74^2 \cdot 10^{-14}$$

für eine Temperatur von ca. 16° C.; man braucht also mit der gefundenen Wasserstoffionenkonzentration nur in $0{,}74^2\ 10^{-14}$ zu dividieren, um die Hydroxylionenkonzentration zu erhalten. Die Dissoziation des Wassers ist von der Temperatur abhängig; sie beträgt für

0°	2°	10°	18°	26°	34° Celsius
$0{,}35^2$	$0{,}39^2$	$0{,}56^2$	$0{,}80^2$	$1{,}09^2$	$1{,}47^2 \times 10^{-14}$

nach Kohlrausch und Heydweiller[7]). Man geht dabei allerdings von der Annahme aus, daß durch das gelöste Salz die Dissoziationskonstante des Wassers nicht geändert wird, eine Annahme, die erst zu beweisen ist.

Tornoe, der als Erster den quantitativen Begriff Alkalinität in der Ozeanographie einführte, definierte wie folgt:

Kocht man einen Liter Seewasser mit einer gemessenen Menge überschüssiger Salzsäure, so entweicht die gesamte Menge Kohlensäure. Titriert man nun die unverbrauchte Salzsäure zurück, so ist die der verbrauchten Salzsäure äquivalente Menge Kohlensäure gemessen als mg CO_2 (gasförmige) gleich der Alkalinität. Da Tornoe die gesamte Kohlensäure mit Barytwasser und Rosolsäure titriert, gibt er sie auch in mg CO_2 an. Seit Pettersson[8]) wird die gesamte Kohlensäure meistens gasometrisch bestimmt (diesem Vorgange haben sich die internationalen Laboratorien angeschlossen) und infolgedessen die Gesamtkohlensäure in ccm unter den Normalbedingungen angegeben (0° 760 mm Quecksilberdruck); um damit direkt vergleichbare Werte zu haben, wird dann auch die Alkalinität in ccm CO_2 angegeben. Dieses Verfahren hat auch Krümmel[9]) in seinem Handbuch der Ozeanographie angewandt. Fox[10]) möchte eine andere Ausdrucksweise einführen. Er geht von der Annahme aus, daß die Alkalinität des Meerwassers entstanden sein kann durch Einwirkung der Kohlensäure der Atmosphäre auf die in der Salzlösung vorhandenen Hydroxyde. Er nimmt nun als Maß für die Alkalinität die Konzentration der Hydroxylionen, die vor dieser Reaktion vorhanden war, in mg pro Liter. Man kann auch noch andere wohlbegründete Verfahren zur Angabe der Alkalinität wählen; z. B. ist nach den neueren Ansichten die gebundene Kohlensäure als Ion HCO_3 vorhanden, das Produkt der ersten elektrolytischen Spaltung der Kohlensäure, man kann also auch die mg HCO_3 als Maß einführen. Bei allen Erhöhungen der Konzentration des Meerwassers, sei es durch Verdunstung bei niederer Temperatur, sei es durch Ausfrieren, scheidet sich stets als Bodenkörper zunächst $Ca\,CO_3$ aus, auch wird diese Verbindung in großen Massen am Meeresboden abgelagert, man kann also auch gute Gründe dafür anführen, die Alkalinität als mg $Ca\,CO_3$ anzugeben. Konzentriert man Meerwasser durch Kochen, so scheidet sich Mg O ab, also kann auch Mg O als Maß genommen werden. Ohne alle spezielle Annahmen kann man die Alkalinität als die Anzahl ccm $^1/_{10}$ normaler Säure anführen, die beim Kochen einen Liter Meerwasser zu neutralisieren vermögen. Alle angeführten Methoden haben das Gemeinsame, daß ihre Zahlen untereinander proportional sind, man kann durch eine einfache Multiplikation von einer auf die andre kommen. Ich möchte daher vorschlagen, bei der alten Art von ccm CO_2 zu bleiben, schon weil die Angaben in den ozeanographischen Lehrbüchern, z. B. in Krümmels Handbuch, das zurzeit die vollständigste Zusammenfassung aller Werte gibt, so berechnet sind.

Ich habe eine kleine Tabelle ausgerechnet, nach der man die verschiedenen Angaben von Alkalinität aufeinander mittels einer Multiplikation umrechnen kann.

Gesuchte Alkalinität.

Gegebene Alkalinität		ccm CO_2	mg CO_2	mg OH	mg HCO_3	mg Ca CO_3	mg Mg O	ccm $^1/_{10}$ n. S.
	ccm CO_2	.	1,965	1,517	8,671	4,471	1,802	0,8933
	mg CO_2	0,5089	.	0,7723	2,773	2,275	0,9170	0,4545
	mg OH	0,6592	1,293	.	3,586	2,942	1,186	0,5880
	mg HCO_3	0,1885	0,3606	0,2789	.	0,8204	0,3300	0,1369
	mg Ca CO_3	0,2237	0,4396	0,3399	1,219	.	0,4032	0,1999
	mg Mg O	0,5549	1,090	0,8431	3,031	2,480	.	0,4956
	ccm $^1/_{10}$ n. S.	1,119	2,200	1,701	6,101	5,005	2,018	.

4. Ausführung der Alkalinitätsbestimmungen.

Tornoe hat die Alkalinitätsbestimmungen mit den Gesamtkohlensäurebestimmungen verbunden. Er versetzt eine abgemessene Probe Seewasser mit einer bestimmten Menge Salzsäure von bekanntem Gehalt und kocht. Die entweichende Kohlensäure wird in titrierter Barytlösung aufgefangen. Der nicht verbrauchte Baryt wird bestimmt durch Titration; daraus erhält man die Gesamtkohlensäure. Andererseits wird die überschüssige Säure titriert, die Differenz gegen die zugesetzte Menge wird als Alkalinität angegeben, ausgedrückt in der äquivalenten Menge mg CO_2. In gleicher Weise verfährt Fox, nur mißt er die Gesamtkohlensäuremenge gasometrisch. Als Indikator benutzt er Phenolphthalein; er findet diesen bequemen Indikator ebenso zuverlässig wie die jodometrische Methode. Ich habe den Gehalt an Gesamtkohlensäure, wo die Bestimmungen ausgeführt worden sind, auf gasometrischem Wege an besonderen Proben, die in evakuierten Glasröhren gesammelt waren, festgestellt. Die Alkalinität wurde aus gewissen Gründen jodometrisch gemessen.

Ein Quantum Meerwasser wird mit einer Menge Salzsäure von bekanntem Gehalt versetzt, die Kohlensäure ausgekocht und erkalten gelassen. Dann versetzt man mit Jodkali und jodsaurem Kali. Dabei scheidet sich Jod aus, das mit Thiosulfat und Stärke als Indikator zurücktitriert wird. Die Reaktion dabei verläuft folgendermaßen: $K JO_3 + 5 K J + 6 H Cl = 6 K Cl + 3 H_2 O + 3 J_2$
oder nach der Ionentheorie: $JO_3' + 5 J' + 6 H^{\cdot} = 3 H_2 O + 3 J_2$.

Für jedes Äquivalent H Cl wird ein Äquivalent J ausgeschieden. Die Rücktitration mit Natriumthiosulfat gehorcht der Gleichung: $2 Na_2 S_2 O_3 + J_2 = 2 Na J + Na_2 S_4 O_6$,
als Ionengleichung: $2 S_2 O_3'' + J_2 = S_4 O_6'' + 2 J'$.

Jedes Äquivalent J entspricht einem Molekül $Na_2 S_2 O_3$. Die Zersetzung der Karbonate erfolgt nach der Gleichung: $Ca CO_3 + 2 H Cl = Ca Cl_2 + H_2O + CO_2$,
in Ionen: $CO_3'' + 2 H^{\cdot} = H_2O + CO_2$.

Jedes Äquivalent H Cl entspricht einem halben Molekül CO_2. Haben wir einen Liter Meerwasser mit a ccm $^1/_{10}$ normaler Salzsäure zersetzt und b ccm $^1/_{10}$ normales Thiosulfat zurücktitriert, so sind (a—b) ccm $^1/_{10}$ normale Salzsäure zum Zersetzen des Karbonats verbraucht. Die Alkalinität entspricht (a—b) ccm $^1/_{10}$ Säure. $^1/_2$ Molekül CO_2 wiegt 22 g, also entspricht die Alkalinität (a—b) . 2,2 mg CO_2.

1 ccm CO_2 wiegt 1,965 mg, die Alkalinität beträgt demnach:

$$(a—b) \cdot \frac{2,2}{1,965} = (a—b)\ 1,119 \text{ ccm } CO_2.$$

1 ccm $^1/_{10}$ Salzsäure ist gleich 1,701 mg OH, die Alkalinität beträgt demnach (a—b) 1,701 mg OH usw. nach Definition von Fox, die nicht mit der Definition von Ringer verwechselt werden darf.

Ich habe mich aus folgenden Gründen der alten jodometrischen Methode von Kjeldal[11]) bedient. Alle Alkalinitätsbestimmungen wurden an frischen Wasserproben direkt an Bord ausgeführt. Dabei hat man

häufig mit Titrierungen bei künstlichem Licht zu rechnen, denn die Zeit, in der man Tageslicht zur Verfügung hat, ist besonders im Winter in höheren Breiten auf einen kurzen Teil des Tages beschränkt. Den Übergang von blau in farblos kann man auch bei künstlichem Licht scharf beobachten. An Bord des Poseidon hat sich die Beleuchtung mit Tantallampen hervorragend bewährt; sie geben ein gutes Licht bei geringem Stromverbrauch und sind auch bei starkem Seegang sehr haltbar gewesen. Ich habe mich durch wiederholte Versuche überzeugt, daß man identische Werte erhält, sowohl bei Tageslicht wie bei Lampenlicht. Die Resultate wichen um höchstens 0,1 ccm voneinander ab, die Differenzen waren bald positiv, bald negativ. Einen weiteren Vorteil gewährt die jodometrische Methode dadurch, daß man dabei mit derselben titrierten Thiosulfatlösung zu arbeiten hat, wie bei der Winkler'schen Sauerstoffbestimmungsmethode und der Bestimmung der Oxydierbarkeit des Seewassers mit Kaliumpermanganat nach meiner für Bordzwecke geeigneten Ausführung. Man spart also an Büretten und Titrierflüssigkeiten, was gleichzeitig eine Ersparnis an Raum bedeutet, ein Umstand, der von wesentlicher Bedeutung für Arbeiten an Bord ist, weil der verfügbare Raum beschränkt ist und von allen Mitarbeitern möglichst viel davon beansprucht wird.

Ein Vorwurf, den man häufig gegen die jodometrischen Methoden erhebt ist der, daß die Thiosulfatlösung nicht haltbar ist. Man kann diesen Übelstand leicht auf folgende Weise umgehen. Dem Verderben ist nur die sehr verdünnte $^1/_{50}$ oder $^1/_{100}$ normale Lösung ausgesetzt, während die konzentrierteren Lösungen $^1/_5$ und $^1/_{10}$ durchaus haltbar sind. Eine $^1/_{10}$ normale Thiosulfatlösung hatte im Laufe eines Jahres ihren Titer nur um 1 % geändert. Man nimmt sich also auf kürzere Reisen Vorrat von $^1/_5$ normaler Thiosulfatlösung mit und verdünnt sie vor dem Titrieren auf $^1/_{50}$, bei längeren Expeditionen hebt man sich mehrere für je einen Liter reichende abgewogene Mengen Salz, 49,6 g in Glasröhren auf, ein Verfahren, das sich auf der Fahrt von S. M. S. Planet auf meinen Vorschlag auch in den Tropen bewährt hat. Gar zu ängstlich braucht man auch wegen der Zersetzlichkeit der $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung nicht zu sein. Man stelle die Verdünnung mit ausgekochtem, destilliertem Wasser her. Folgenden Versuch führe ich für die Haltbarkeit der Thiosulfatlösung an.

Für 30 ccm $^1/_{50}$ Salzsäure wurden verbraucht 29,7 ccm $^1/_{50}$ Thiosulfat frisch verdünnt
29,7 „ $^1/_{50}$ „ nach 36 Stunden
29,79 „ $^1/_{50}$ „ „ 60 „
29,9 „ $^1/_{50}$ „ „ 84 „

Man soll also keine verdünnte Thiosulfatlösung verwenden, die älter als 48 Stunden ist.

Das Thiosulfat wird zwar jetzt von den guten Firmen für chemische Präparate in hervorragender Reinheit und Beschaffenheit geliefert; trotzdem kann man die Lösung nicht durch Auflösen der berechneten Menge genau herstellen, da der Wassergehalt des Salzes nicht absolut der chemischen Formel entspricht und auch eine geringe Verunreinigung mit Natriumsulfat vorhanden sein kann. Der Gehalt oder der Titer der Lösung wird wie folgt festgestellt. Zu 200 ccm Wasser setzt man in einen mit Glasstöpsel verschließbaren Kolben von ca. 500 ccm Inhalt 15 ccm $^1/_{20}$ normaler KJO_3 Lösung, dazu 10 ccm Jodkalilösung, die in 100 ccm 10 g KJ enthält, dann 3 ccm konz. Salzsäure, spez. Gew. 1,19, verschließt mit dem Glasstöpsel und läßt einige Minuten im Dunkeln stehen, darauf läßt man unter Umschwenken $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung aus der Bürette zufließen, bis die tiefbraune Farbe des freien Jodes fast völlig verschwunden ist und die Flüssigkeit hellgelb, fast farblos erscheint. Dann setzt man 1 ccm 1 % Stärkelösung zu, die Flüssigkeit färbt sich damit tiefblau; nun titriert man tropfenweise bis zum Verschwinden der blauen Farbe. Man verbrauche im ganzen a ccm

$$15 \text{ ccm } ^1/_{20}\ KJO_3 \text{ Lösung} = 37{,}5 \text{ ccm } ^1/_{50} \text{ normaler Thiosulfatlösung} = \text{a ccm der vorliegenden}$$

$$\text{Stärke oder Titer der vorliegenden Lösung} = \frac{37{,}5}{a},$$

d. h. 1 ccm der Thiosulfatlösung entspricht $\frac{37{,}5}{a}$ genau $^1/_{50}$ normaler Lösung.

Die $^1/_{20}$ normale KJO_3 Lösung wird durch Abwiegen der entsprechenden Menge reinsten KJO_3 und Auflösen zum Liter hergestellt. Neutrales jodsaures Kali wird in fast absoluter Reinheit geliefert, trotzdem muß man sein Präparat auf Verunreinigungen ein für allemal prüfen; da es sehr umständlich ist, das Präparat auf alle

mögliche Verunreinigungen hin zu untersuchen, muß man einen indirekten Weg wählen. Krauch[12]) gibt an, das jodsaure Kali muß 100% sein. Man trocknet eine Probe KJO_3 entweder durch Aufbewahren im Exsikkator über Phosphorpentoxyd, oder durch mehrstündiges Trocknen bei 250°. Bei letzterem Verfahren färbt es sich gelblich, das hat aber keinen Einfluß auf die Wirksamkeit, wie ich mich überzeugt habe. Man bestimmt dann mit dieser Lösung den Titer der Natriumthiosulfatlösung auf dem eben beschriebenen Wege. Ferner versetzt man 50 ccm Wasser mit 2 g Jodkali und 20 ccm $^1/_{20}$ jodsaurer Kalilösung und gibt dazu 15 ccm $^1/_{20}$ normaler Salzsäure, deren Gehalt mit Soda oder Kalkspat oder Natriumoxalat festgestellt worden ist, und titriert wieder mit Thiosulfat. Die auf beide Weisen erhaltenen Werte müssen miteinander übereinstimmen. Das Atomgewicht von K ist = 39,15, J = 126,97, O = 16 (1908), Molekulargewicht KJO_3 = 214,12; da KJO_3 äquivalent 6 HCl ist, muß man für 1 Liter Normallösung 35,69 g, für 1 Liter $^1/_{20}$ normal 1,784 g KJO_3 abwiegen. Für länger dauernde Expeditionen wiegt man die Menge mehrmals ab und bewahrt sie in je einer Glasröhre auf.

Jodkali ist auch auf seine Brauchbarkeit zu prüfen, es darf vor allen Dingen nicht alkalisch sein. 10 g werden in ausgekochtem Wasser zu 100 ccm gelöst, die Lösung darf sich mit Phenolphthalein nicht rot färben. Man setzt zu 50 ccm Wasser 20 ccm KJO_3 Lösung und einmal 2, das andere Mal 4 g KJ 15 ccm $^1/_{20}$ HCl und titriert mit Thiosulfat; beide Werte müssen übereinstimmen. Die Jodkalilösung zersetzt sich leicht. Die Vorschrift lautet, sie in dunkeln Flaschen aufzubewahren. Verwendet man ausgekochtes Wasser, so ist die Haltbarkeit erhöht. Ich halte es für praktischer, die Lösung in farblosen Flaschen an einem dunklen Orte aufzuheben; hat sie sich zersetzt, was man an der auftretenden gelben Farbe wahrnimmt, so gießt man die Lösung fort.

Ausführung der Alkalinitätsbestimmungen: In einen Erlenmeierkolben aus Jenenser Glas von 500 ccm, auf den ein eingeschliffener Glasstopfen paßt, gibt man 200 ccm Meerwasser, dazu 15 ccm $^1/_{20}$ normale Salzsäure, erhitzt zum Sieden und läßt einige Minuten kochen zum Vertreiben der Kohlensäure. (Barthelsche Spiritusbrenner haben sich für Bordzwecke als praktisch erwiesen, bei Seegang muß man den Kochkolben durch einen darübergestülpten eisernen Ring auf dem Stativ festhalten.) Dann kühlt man auf Zimmertemperatur ab und gibt 15 ccm $^1/_{20}$ KJO_3 Lösung und 10 ccm 10% KJ Lösung dazu, setzt den Glasstopfen auf und läßt $1^1/_4$ Stunde im dunklen Schrank stehen, dann titriert man mit $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung zurück. Den Verbrauch der Salzsäure an Thiosulfat hat man ein für allemal festgestellt, indem man 15 ccm Salzsäure mit 50 ccm Wasser, 20 ccm $^1/_{20}$ jodsaurer Kalilösung und 20 ccm KJ Lösung versetzt und nach $1^1/_4$ Stunde titriert.

Berechnung: Da wir $^1/_5$ Liter mit $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung titriert haben, ist es dasselbe, als wenn wir 1 Liter mit $^1/_{10}$ Lösung titriert hätten.

15 ccm Salzsäure hätten b ccm Thiosulfatlösung verbraucht,
zurücktitiert seien c „ „
der Titer der Thiosulfatlösung sei d, dann ist die Alkalinität
= (b—c) d ccm $^1/_{10}$ Säure = (b—c) . d . 1,119 ccm CO_2.

Zwei Alkalinitätsbestimmungen derselben Wasserprobe stimmen stets überein, die Differenz beträgt nie mehr als 0,15 ccm $^1/_{50}$ Säure. Die Methode ist leider mit einer kleinen Unsicherheit behaftet, die zu vermeiden ich keinen Weg gefunden habe. Wenn man den Verbrauch der $^1/_{20}$ normalen Salzsäure an Thiosulfat bestimmt, so kommt man häufig zu anderen Werten, wenn man 50 ccm destilliertes Wasser zusetzt, wie wenn man mit 200 ccm destilliertem Wasser arbeitet. Die größte Abweichung, die ich gefunden habe, betrug 0,2 ccm $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung, im Durchschnitt 0,1 ccm, und zwar findet man in der konzentrierteren Lösung den höheren Wert. Diese Differenz halte ich für zu unbedeutend, um deshalb die sonst so praktische und bequeme Methode zu verwerfen. Vielleicht lassen sich die Gründe dafür doch noch finden und sich die Unsicherheit damit vermeiden. Im ganzen glaube ich, daß der Fehler der Alkalinitätsbestimmungen 0,3 ccm CO_2 nicht überschreitet.

Ich führe nun meine Resultate an. In der 1. Kolumne der Tabelle I findet man das Datum, in der 2. die Nummer der Station, in der 3. und 4. die Breite resp. Länge der Station, in der 5. die Tiefe; wo diese nicht 0 oder 5 m beträgt, stammt die Probe aus einer Tiefe, die 1—2 m über dem Boden ist, in der 6. ist die Temperatur, in der 7. der Salzgehalt, berechnet nach der Knudsenschen Tabelle aus titriertem

Chlorgehalt, wenn nicht anders angegeben, in der 8. die Alkalinität in ccm CO_2, in der 9. die gesamte CO_2, in der 10. der Sauerstoffgehalt, in der 11. die Kohlensäuretension des Wassers nach Fox berechnet. Manchmal findet man hier zwei Zahlen. Die eine ist aus den direkten Befunden berechnet, die andere aus der Differenz der filtrierten und unfiltrierten Probe, indem auch bei der Gesamtkohlensäure eine Korrektion für suspendiertes $CaCO_3$ angebracht ist. Ich bin von der Annahme ausgegangen, daß die Differenz durch suspendiertes $CaCO_3$ hervorgerufen wird, da ich diesen Körper im Bodensatz unter dem Mikroskop häufiger nachweisen konnte. (Siehe Tabelle I, Seite 288 und 289.)

5. Diskussion der Befunde.

Betrachten wir die Zahlen für die Alkalinität näher, so finden wir, daß die Temperatur nur einen geringen, vielleicht sogar keinen Einfluß hat, auch scheint die Tiefe, aus der die Wasserprobe entnommen ist, nicht von wesentlicher Bedeutung zu sein. Den Haupteinfluß hat der Salzgehalt; bei ozeanischem Wasser beträgt die Alkalinität fast 27 ccm und nimmt dann mit fortschreitender Verdünnung ab, allerdings nicht proportional damit, sondern recht unregelmäßig. Die ersten Alkalinitätsbestimmungen waren im südlichen Teil der Ostsee ausgeführt und da zeigte es sich, daß bei ca. 7,25‰ Salzgehalt ein Minimum der Alkalinität vorhanden war. Kam man beim Einfahren in die Häfen in die Flußmündungen, so stieg die Alkalinität beträchtlich. Ich zitiere hier einen Befund vom Kieler Hafen, den Krümmel schon veröffentlicht hat:

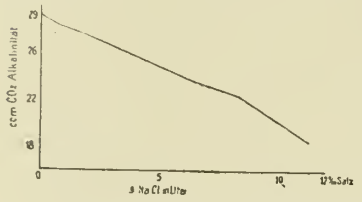


Fig. 1. Abhängigkeit der Alkalinität vom Salzgehalt im Kieler Hafen.

	Alkal. ccm	Salzgeh. ‰
Kieler Bucht unweit Gabelsflach . .	18,47	11,24
Kieler Hafen, Eingang zur Schwentine	22,26	8,31
Schwentine 700 m unterhalb des Wehres	23,48	6,78
„ 400 „ „ „ „	27,42	1,93
„ 1 „ „ „ „	28,09	486 mg Cl im Liter
„ 10 „ oberhalb „ „	29,14	39 „ „ „ „

Ähnliche Verhältnisse liegen bei der Einfahrt nach Neufahrwasser, Pillau und Memel vor. Anders aber wird das Bild, wenn man die Untersuchungen in den schwedischen Gewässern betrachtet. Bei gleichen Salzgehalten unter 7,25‰ sind die Alkalinitäten stets niedriger als an der deutschen oder russischen Seite. Man vergleiche:

Russische Küste			Schwedische Küste		
	Alkal. ccm	Salzgeh. ‰		Alkal. ccm	Salzgeh. ‰
A 95	16,33	7,05	Kl 90	13,27	5,34
Kl 102	16,60	7,02	Kl 88	13,97	5,84
Kl 101	16,56	6,92	Kl 93	14,86	6,45
Kl 93	16,15	6,83	Kl 112	15,19	6,60
Kl 85	16,39	6,76	A 89	15,19	6,60

Die Erklärung ist naheliegend; während die deutschen Flüsse viel kohlensauren Kalk zuführen, bringen die schwedischen Flüsse nur sehr wenig. Ich selber fand im stark verunreinigten Stockholmer Hafen eine Alkalinität von nur 8,12 ccm, im norwegischen Elf von Ekersund gar nur 0,76 ccm. O. Hofmann-Bang[13]) gibt folgende Werte, die ich auf ccm Alkalinität umgerechnet habe.

Byske-elf, Juli	3,64 ccm CO_2
Klar-elf, April	4,06 „ „
Klar-elf, Oktober	3,68 „ „
Ljusnan, Juni	3,99 „ „
Indals-elf, Juni	5,52 „ „
Fyris, April	18,49 „ „
Fyris, Oktober	9,50 „ „

Während die deutschen Flüsse, wie aus den Zahlen der Tabelle I hervorgeht, hohe Alkalinitäten besitzen, vergleiche auch den Rhein bei Köln mit 31,2 ccm. Da sich das Wasser der Ostsee aus den wenig Alkalinität führenden schwedischen Flüssen und den deutschen und russischen Flüssen mit ozeanischem Wasser

mischt und die zufließende Wassermenge durch das Kattegatt mit ziemlich erheblicher Alkalinität aus der Ostsee entfernt wird, kann es hier nicht zur Sättigung mit kohlensaurem Kalk kommen. Infolgedessen wird auch in den Bodenablagerungen keiner gefunden. Ich habe einige Bodenproben untersucht mit folgenden Resultaten:

Stat. O 12 1,06% Ca CO_3 A 96 1,18% Ca CO_3 A 90 0,17% Ca CO_3
„ A 93 0,30% „ „ A 67 0,41% „ „ Kl 104 0,38% „ „
„ Kl 94 0,27% „ „ Dicht vor Memel 1,79% Ca CO_3.

In einer Reihe Proben ist außer der Alkalinität noch die Gesamtkohlensäure bestimmt worden. Man sieht gleich auf den ersten Blick den großen Unterschied zwischen den Oberflächenproben der Ostsee und den Bodenwasserproben; während in den ersten das Verhältnis von Gesamtkohlensäure zur Alkalinität stets kleiner als zwei aber größer als eins ist, wird es in den anderen meistens höher als zwei, d. h. in den Oberflächenproben reicht die Gesamtkohlensäure nicht aus, um die Alkalinität als Bikarbonat zu binden, ist aber in größerem Maße vorhanden, als dem Monokarbonat äquivalent wäre, während in den Tiefenproben meistens mehr davon vorhanden ist, als dem Bikarbonat entsprechen würde. Gleichzeitig bemerken wir an diesen Proben, daß ein starkes Sauerstoffmanko eingetreten ist. In der Nordsee ist ein derartiger Unterschied zwischen Boden- und Oberflächenproben nicht zu konstatieren. Bei dieser Gelegenheit will ich gleich ein Bedenken besprechen. Genau genommen ist als Alkalinität das Neutralisierungsvermögen des Meerwassers gegenüber von Säure beim Kochen bestimmt worden; damit ist aber nicht gesagt, daß die Alkalinität nicht durch Salze anderer schwacher oder flüchtiger Säuren bedingt sein könnte. Es kämen in Betracht Borsäure, Kieselsäure, Phosphorsäure, flüchtige organische Säuren und höhere Fettsäuren. Borsäure kommt nur in in solchen Spuren im Meerwasser vor, daß sie wohl nicht berücksichtigt zu werden braucht. Kieselsäure ist maximal in einer Konzentration von 1 mg im Liter vorhanden nach E. Raben[14]), würde also durch die überschüssige Kohlensäure völlig aus dem Salze verdrängt sein, respektive ihre Dissoziation wäre vollständig zurückgedrängt; auf die spätere Rücktitration der überschüssigen Säure vermag sie auch keinen Einfluß auszuüben. Anders ist es mit der Phosphorsäure H_3PO_4; ihr erstes Wasserstoffatom hat eine starke Ionisierungstendenz, das zweite schon erheblich schwächer, während das dritte vernachlässigt werden darf. Es wäre demnach:

$$H_3PO_4 \text{ äquivalent } CO_2,$$
$$P_2O_5 \quad „ \quad 2\,CO_2.$$

Der höchste bisher gefundene Wert für P_2O_5 ist nach einer privaten Mitteilung von Dr. Raben 1 mg; das würde allerdings einen Fehler von 0,32 ccm CO_2 bedingen, da aber bei der Rücktitration des einen Wasserstoffion die Phosphorsäure wieder als starke Säure wirkt, so kommt bloß die Hälfte des Wertes, also 0,16 ccm, in Rechnung. Flüchtige organische Säuren sind im Meerwasser nicht vorhanden, wie aus folgender Überlegung hervorgeht. Tornoe bestimmt die durch Kochen mit überschüssiger Säure austreibbaren Mengen Säure, also CO_2 + flüchtige Säuren; nach der gasanalytischen Methode wird nur gasförmige CO_2 gefunden. Da beide Zahlen übereinstimmen, können flüchtige organische Säuren nicht vorhanden sein. Auch das Vorhandensein von nicht flüchtigen höheren organischen Säuren in nennenswerten Mengen ist nicht wahrscheinlich; nach Untersuchungen von Henze[15]) und Raben[16]) ist im Meerwasser höchstens 3 mg organischer Kohlenstoff gefunden worden. Das würde $^1/_7$ ccm $^1/_{10}$ n. Ölsäure entsprechen, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß nur ein Bruchteil des Kohlenstoffs auf Fettsäuren käme, denn es sind natürlich daneben auch noch andere organische Verbindungen vorhanden. Wir sehen also, daß die gemessene Alkalinität wirklich fast vollständig der durch stärkere Säuren austreibbaren Kohlensäure entsprechen muß.

6. Anwendung der elektrolytischen Dissoziationstheorie auf die Alkalinität.

Wollen wir uns irgendwelche nähere Vorstellungen über den Zustand und die Bindungsverhältnisse von kohlensaurem Kalk und Kohlensäure im Meere bilden, so müssen wir von speziellen Theorien ausgehen; als einzige brauchbare ist zurzeit die Ionentheorie vorhanden in Verbindung mit dem Massenwirkungsgesetz. Die erste behauptet, daß Salze in wäßriger Lösung weitgehend in ihre Ionen zerfallen sind, das zweite verlangt, daß die gegenseitige Einwirkung proportional der Konzentration erfolgt. Es sei Ac′ das Säureion R˙ des basischen Ion, so verlangt die Ionentheorie:

$$Ac'R = Ac' + R'.$$

Tabelle I.

Datum	Station	N. Br.	Ö. L.	Tiefe m	Temp. °C	Salz ‰	Alkal. ccm CO_2	Ges. CO_2	O_2	CO_2 Tension 10^{-4} Atm.
1. 5. 06	O 1	54° 30½	10° 21	19	3,27	18,31	22,77	—	—	—
				5	6,75	11,24	18,47		—	—
2.	O 2	54° 56	10° 6	32	2,57	21,02	23,05		—	—
				5	7,18	12,34	18,77	—	—	—
2.	O 3	54° 36	11° 2	33	3,25	18,68	21,69	—	7,67	—
				5	6,66	10,01	18,07	—	8,02	—
2.	O 4	54° 10	11° 16	23	2,82	17,41	21,18	—	6,85	—
				5	6,91	9,06	17,28	—	8,09	—
2.	O 5	54° 28	12° 15	26	3,18	16,15	20,79	—	7,56	—
				5	5,40	7,79	16,83	—	8,63	—
3.	O 8	54° 52	13° 14	44	3,10	15,16	20,11	—	5,28	—
				5	5,26	7,41	16,48	—	8,85	—
3.	O 9	54° 45	13° 11	32½	3,70	8,35	17,16	—	—	—
				5	5,08	7,41	16,77	—		—
4.	O 10	54° 35	15° 30	61	4,72	12,07	18,87	—	3,99	—
				5	5,18	7,30	16,71	—	8,92	—
4.	S 4	55° 21	15° 39	94	5,22	15,34	20,11	—	2,49	—
5.	O 11	55° 15	16° 40	68	4,12	11,64	18,60		5,58	—
				5	4,18	7,23	16,71	—	9,00	—
5.	O 12	54° 54	19° 15	105	4,72	11,06	18,52	—	4,13	—
				5	6,70	6,76	17,16	—	—	—
6.	O 13	55° 36	20° 32	71	2,44	7,27	16,71	—	—	—
				5	5,97	6,76	17,16	—	—	—
11.	N 1	54° 49	5° 50	40	4,92	34,18	27,08	—	—	—
				5	9,39	33,64	26,90	—	—	—
12.	N 2	55° 22	4° 18	5	7,29	34,70	26,86	—		—
12.	N 3	56° 2	3° 16	71	5,12	35,07	26,87	—	6,33	—
				5	7,53	34,97	26,90	—	7,04	—
14.	N 4	56° 41	2° 15	81	5,60	35,07	26,74	—	6,43	—
				5	7,70	35,06	26,88	—	7,21	—
14.	N 5	57° 41	3° 10	60	6,38	35,16	26,97	—	6,99	—
				5	7,20	35,17	26,91	—	7,43	—
15.	N 7	58° 8	5° 10	250	5,90	35,25	27,02	—	6,48	—
				5	7,82	30,03	25,06	—	6,97	—
15./16.	N 8	58° 22	5° 31	320	5,78	35,25	26,91	—	6,50	—
				5	7,78	24,24	22,66		7,21	—
17.	N 9	57° 49	7° 24	415	5,58	35,16	26,95	—	6,35	—
				5	8,92	19,55	21,00	—	7,24	—
17.	N 10	57° 31	7° 27	210	5,83	35,25	27,13	—	6,39	—
				5	8,24	28,33	24,56	—	6,92	—
18.	N 12	57°	8° 3	29	6,80	34,27	26,85	—	—	—
				5	7,46	34,09	26,79	—	—	—
18.	N 13	56° 45	6° 6	50	5,28	34,79	26,97	—	6,65	—
				5	7,80	34,70	26,91	—	7,06	—
19.	N 14	56° 13	7° 21	30	6,18	33,91	26,85	—	—	—
				5	9,07	33,51	26,81	—	—	—
19.	N 15	55° 13	7° 22	25	6,58	33,04	26,79	—	—	—
				5	10,75	30,39	26,11			
2. 8. 06	O 2	54° 56	10° 6	5?	20,26	12,05	18,61	—	—	—
2.	O 3	54° 36	11° 2	5	19,49	10,97	18,50	33,24		3,2
2.	O 4	54° 10	11° 16	5	19,50	10,32	16,75	32,96		6,5?
2.	O 5	54° 28	12° 15	5	15,47	7,77	16,75	29,63		2,5
3.	O 8	54° 52	13° 14	43	14,37	12,85	18,90	35,30	5,41	3,7
3.	O 9	54° 45	13° 11	5	19,31	7,47	16,69		6,46	—
4.	O 10	54° 35	15° 30	5	19,32	7,21	16,81	30,70	6,39	3 6
4.	S 4	55° 21	15° 39	94	5,13	15,14	19,74	42,99	0,81	—
				5	17,12	7,30	16,24	29,83	6,80	3,5
5.	O 11	55° 15	16° 40	5	16,69	7,21	16,26	—	—	—
	Neufahrwasser			0	19,8	2,95 Cl	22,69	42,27	—	4,6
	do. etwas weiter oberhalb									
				(unfiltriert)	—	—	2,62 Cl	26,37	—	—
				(filtriert)			—	24,61	—	—
8.	O 12	54° 54	19° 15	105	4,39	11,06	18,16	—	2,75	—
				5	16,22	7,18	16,35	—	6,42	—
13.	Elbe, Flut bei Brunsbüttel (Wasser filtriert)			0	18,9	638 mg Cl	19,86	—	—	—
	Osterill quer (Wasser filtriert)			0	18,4	3,03 Cl	23,54	—		—
	Das weiße Feuer von Cuxhaven wird fest			0	17,85	8,06 Cl	23,26	—	—	—
	Sielschnitt quer, Hochwasser			0	17,48	12,04 Cl	24,28			—
14.	N 1	54° 49	5° 50	5	16,18	33,44	26,54	46,97	—	2,6
15.	N 2	55° 22	4° 18	5	15,86	34,52	26,64	46,04	—	2,2
15.	N 3	56° 2	3° 16	5	16,16	33,98	26,08	45,21?		2,2
17.	N 5	57° 41	3° 10	5	15,11	33,98	25,86	44,76	—	2,2
22.	N 9	57° 49	7° 24	5	13,11	32,39	25,34	44,26	5,94	2,2
22.	N 10	57° 31	7° 27	5	14,09	31,15	24,96	—	5,99	—
23.	N 11	57° 17	8°	5	14,58	31,87	25,23	—	—	—
23.	N 12	57°	8° 3	5	15,06	32,79	25,80	—	—	—
1. 11. 06	O 1	54° 30½	10° 21	5	9,97	15,63	20,03	—	6,66	—
				19	11,19	18,80	21,50	—	6,78	—
2.	O 2	54° 56	10° 6	5	10,09	15,99	20,20	37,55	6,76	3,1
2.	O 3	54° 36	11° 2	5	9,67	11,91	18,46	34,77	—	3,5
				33½	11,24	21,49	21,96		4,30	—
2.	O 4	54° 10	11° 16	5	9,52	10,17	17,60		7,11	—
3.	O 5	54° 28	12° 15	5	10,05	8,13	16,58	—	7,16	—
3.	O 6	55° 16	13° 6	5	10,29	7,59	16,3	—	7,22	
3.	O 8	54° 52	13° 14	5	10,36	7,88	16,68	—	7,14	
				42	10,08	8,24	16,75	—	7,10	
4.	O 10	54° 35	15° 30	5	10,28	7,23	16,33	—	7,26	—
				58	5,94	9,25	17,18	—	5,88	—
4.	S 4	55° 21	15° 39	5	10,04	7,41	16,31	31,31	7,16	4,0
				93	5,03	14,99	19,71	43,25	0,59	—
5.	O 11	55° 15	16° 40	5	9,12	7,18	16,59	—	7,41	—
				70	4,63	12,23	18,49	—	4,05	
6.	O 13	55° 36	20° 32	5	9,38	7,09	16,7	—	-	
				67	3,12	9,11	17,33		—	
6.	O 12	54° 54	19° 15	5	10,12	7,09	16,67	31,80	7,26	3,8
				105	4,18	9,98	17,61	36,53	4,38	—
	Neufahrwasser			0	7,0	4,20	29,60	58,7	—	5,6
13.	Brunsbüttel Elbe (unfiltriert)			0	—	959 mg Cl	21,61	40,38	—	—
13. 4³⁰ a. m.	N 1	54° 49	5° 50	5	12,40	34,51	26,72	—	—	—
				40	12,45	34,51	26,83		—	—
14.	N 2	55° 22	4° 18	5	11,39	34,67	26,66	—	—	—
14.	N 3	56° 2	3° 16	5	9,15	34,67	26,5	—	—	—
				69	7,05	34,85	26,72	—	—	—
14.	N 4	56° 41	2° 15	5	9,31	34,94	26,52	46,67	—	2,2
				80	6,31	34,94	26,43	—	—	—
16.	N 8	58° 22	5° 31	335	5,81	35,03	26,67	—	6,05	—
				5	9,63	32,21	25,64	—	6,32	—
21.	N 9	57° 49	7° 24	460	6,00	35,12	26,77	48,22	5,88	2,1
				5	7,75	28,21	24,29	—	6,62	—
29. 1. 07	Schwentine oberhalb des Wehres nahe dem Rand in einem Eisloch			—	+0,1	—	30,27	61,33	—	5,3
4. 2. 07	O 1	54° 30½	10° 21	5	0,23	18,71	20,74	39,93	—	3,0
5.	O 3	54° 36	11° 2	32	1,31	20,07	21,18	40,53	8,13	3,0
				5	−0,17	13,82	18,62	36,59	9,01	3,5
5.	O 4	54° 10	11° 16	5	−0,20	14,63	19,30	—	—	—
				22	2,91	18,80	20,85	—	—	—
5.	O 5	54° 28	12° 15	5	0,48	9,02	16,81	32,76	9,29	3,2
				26	1,21	16,22	19,61	—	—	—
6.	O 8	54° 52	13° 14	5	1,52	8,06	16,35	32,11	9,02	3,4
				43	2,91	14,90	19,38?	—	8,22	—
7.	S 4	55° 21	15° 39	5	2,22	7,32	15,95	31,25	9,06	3,5
	(In der zugehörigen Bodenprobe kein CO_2)			91	7,23	16,82	19,61		4,87	—
7.	O 11	55° 15	16° 40	73	6,53	14,63	18,82	—	5,02	—
18.	N 2	55° 22	4° 18	5	4,54	34,60	26,26	—	—	—
				40½	4,55	34,69	26,37	—	—	—
28. 3 p. m.	Brunsbüttel, Hochwasser			0	1,2	475 mg Cl	24,00	44,1	—	2,5 u. 3,6
	(Nach 8tägigem Stehen in verschl. Flasche filtriert)				—	—	20,69	—	—	—
	(do. aber unfiltriert)			—	—	—	23,86	—	—	—
25. 4. 07	O 2	54° 56	10° 6	5	5,46	16,74	20,41	37,90	—	2,7
25.	O 3	54° 36	11° 2	5	5,17	15,64	19,71	37,15	7,68	2,95
				31	4,24	22,30	22,41	—	7,06	—
26.	O 5	54° 28	12° 15	5	4,71	11,83	18,18	34,57	8,21	3,3
				27	4,96	14,79	19,43	—	8,03	—
26.	O 6	55° 16	13° 6	5	3,95	7,61	16,46	—	—	—
	O 7	55° 6	13° 6	5	3,82	7,52	16,24	—	—	—
26.	O 8	54° 52	13° 14	5	3,84	7,59	16,24	—	8,80	—
				43	3,26	16,20	20,04	—	7,48	—
27.	O 10	54° 35	15° 30	60	5,07	13,04	18,70	—	4,75	—
				5	3,14	7,52	16,24	31,37	9,17	3,3
28.	S 4	55° 21	15° 39	91	4,06	17,11	20,32	—	5,00	—
				5	3,25	7,34	16,17	—	9,04	—
28.	O 11	55° 15	16° 40	74	4,37	13,21	18,59	—	5,70	—
				5	3,35	7,43	16,17	31,38	9,02	3,4
29.	O 13	55° 36	20° 32	5	3,50	6,96	16,74	—	—	—
29.	O 12	54° 54	19° 15	5	4,52	7,02	16,74	31,72	9,16	2,9
				104	5,70	12,41	18,42	—	3,54	—
	Pillau, Seetief-Eingang zum Haff			0	9,1	478 mg Cl	23,42	43,93	—	3,3 u. 3,5
	(In Flasche längere Zeit gestanden, unfiltriert)			—	—	—	23,07	—	—	—
	(do. filtriert)			—	—	—	22,73		—	

Datum	Station	N. Br.	Ö. L.	Tiefe m	Temp. °C	Salz ‰	Alkal. ccm CO_2	Ges. CO_2	O_2	CO_2 Tension 10^{-4} Atm.
29. 4. 07	Brunsbüttel direkt a. d. Schleuse, nicht i. Fahrw.			0	7,8	216 mg Cl	17,75	32,97	—	2,8 u. 4,2
				(unfiltriert)	—	—	—	16,15	—	—
	do.			(filtriert)	—	—	—	16,9	—	—
	(Längere Zeit in Flasche, unfiltriert)				—	—	—	16,71	—	—
	(do. filtriert)									
5. 5. 07	N 1	54° 49	5° 50	5	6,66	34,58	26,39	—	—	—
				40	6,21	34,58	26,43	—	—	—
6.	N 2	55° 22	4° 18	5	6,05	34,74	26,22	—	—	—
				42	5,91	34,74	26,39	—	—	—
7.	N 3	56° 2	3° 16	5	6,55	35,12	26,39	46,49	—	1,8
				70	6,00	35,12	26,43	—		
8.	N 4	56° 41	2° 15	5	6,60	35,10	26,62	—	7,59	—
8.	N 5	57° 41	3° 10	5	6,35	35,08	26,67	—	—	—
				60	6,12	35,08	26,79	—	—	—
8.	N 6	58°	4° 37	5	6,52	35,07	26,67	—	—	—
	Ekensund-Fjord (Rücksland 0,379, geglüht 0,305)			0	7,4	184 mg Cl	0,76	1,12	—	—
	(Längere Zeit in Flasche gestanden, filtriert)			—	—	—	0,57	—	—	—
10.	N 8	58° 22	5° 31	5	6,35	32,68	25,77	—	—	
10.	N 7	58° 8	5° 10	280	5,67	35,07	26,67	—	6,10	—
				5	6,19	33,57	26,22	—	7,34	—
11.	N 9	57° 49	7° 24	410	5,61	35,07	26,67	—	6,29	—
				5	7,37	27,79	23,75	—	7,28	—
11.	N 10	57° 31	7° 27	5	6,75	33,82	26,11	—	—	—
12.	N 11	57° 17	8°	5	6,88	34,79	26,14	—	—	—
12.	N 13	56° 45	6° 6	49	5,87	34,79	26,33	—	—	—
12.	N 14	56° 13	7° 21	5	7,83	33,82	26,22	—		—
13.	N 15	55° 13	7° 22	5	8,77	32,72	26,24	—	—	—
21. 7. 07	O 10	54° 35	15° 30	5	12,93	7,34	16,21	—	7,09	—
				61	3,86	13,98	19,04	—	4,00	—
22.	A 64	54° 44	16° 25	5	13,74	7,47	16,44	—	—	
23.	67	55° 23	16° 2	5	12,51	7,25	16,10	30,79	7,26	4,2
				83	4,88	16,18	19,61	40,81	3,87	—
23.	70	56° 1	15° 52	0	13,46	7,05	15,82	—	—	
23	71	56° 8	16° 3	5	12,63	7,10	15,76	—	—	—
24.	72	55° 58	16° 33	0	12,05	7,14	15,99	—	—	—
24.	74	55° 35	17° 15	0	13,99	7,11	14,86	—	—	—
24.	75	55° 27	17° 40	0	13,43	7,11	15,88	—	7,32	—
				74	3,96	13,30	18,59	—	4,94	—
25.	O 12	54° 54	19° 15	5	12,69	7,03	16,69	31,38	7,18	3,7
				104	5,13	12,09	18,26	39,49	2,60	
26.	A 78	55° 13	18° 56	0	12,31	6,98	16,16	—	—	
26.	79	55° 22	19° 28	0	12,42	7,12	16,21	—	7,26	
				89	4,71	11,33	17,86	—	3,10	—
26.	81	55° 45	20° 54	0	13,38	6,47	17,63	—	—	
27.	Memel, Hafenmündung (unfiltriert)			0	16,9	131 mg Cl	29,34	54,19	—	3,9 u. 4,2
	do. (filtriert)			—	—	—	28,84	—	—	—
	(Rücksland 0,474, geglüht 0,380)									
28.	vor Memel			0	14,7	4,47	22,05	—	—	—
				0	13,7	6,64	17,69	—	—	—
28.	A 83	55° 59	19° 1	117	3,61	11,42	17,82	37,99	4,74	
				5	12,79	7,07	16,04	—	7,06	—
30.	89	57° 16	17° 19	0	14,30	6,60	15,19	—	—	—
30.	90	57° 6	17° 37	0	13,22	6,87	15,60		7,22	
				107	3,76	9,13	17,12	38,11	2,71	
30.	91	56° 54	17° 59	0	13,50	6,80	15,60	—	—	—
30.	92	56° 52	18° 42	0	13,30	6,94	15,76	—	—	—
3. 8. 07	93	56° 53	19° 19	5	12,89	6,85	15,65	—	—	—
				162	4,66	11,69	18,13	41,10	0,90	—
3.	95	58° 57	20° 28	5	13,37	7,05	16,33	—	—	—
3.	96	57° 16	20° 4	210	4,74	11,89	18,17	40,40	1,77	—
4.	Kl 102	57° 39	21° 73	5	13,17	7,02	16,60	—	—	—
4.	101	57° 32	21° 30	5	12,72	6,92	16,56	—	—	—
4.	103	57° 40	21° 3	5	13,50	6,92	16,44	—	—	—
5.	104	57° 42	20° 38	132	4,39	11,31	17,86	39,53	2,61	—
				0	13,70	7,00	16,04		7,12	—
5.	105	57° 43	20° 13	0	14,55	6,94	15,93	—	—	—
				133	4,52	11,22	17,69	—	2,61	—
5.	106	57° 44	19° 46	0	14,83	6,83	15,93	—	—	—
6.	107	57° 46	19° 22	5	13,00	6,48	14,91	—	—	—
	Sothbrunnen in Slite Gotland, ca. 2 m unter der Erde Wasseroberfläche grünlich-gelb, darin größere Tiere (Asseln, Würmer)			0	10,1	41 mg Cl	58,13	127,4	—	
	(Rückstand 0,563, geglüht 0,495)									
11	Kl 108a	57° 30½	18° 25	5	13,50	6,56	15,19	—	—	—
11	109a	57° 46	17° 58	5	13,77	6,52	15,09	—	—	—
11.	110a	57° 52	17° 43	5	13,60	6,59	15,25		7,09	—
				166	3,90	6,49	17,24	—	2,71	—
11.	111a	57° 59½	17° 24	5	13,46	6,59	15,14	—	—	—
12.	112	58° 8	17° 2	5	10,26	6,60	15,19	—	—	—
12.	93	58° 46	17° 57	5	10,01	6,45	14,86	—	—	—
12.	94	58° 42	18° 25	390	4,21	10,14	17,38	38,74	2,56	—
				5	12,66	6,17	14,69	-	—	
13.	96	58° 36	19° 37	5	12,70	6,15	14,46	—	—	—
13.	97	58° 32	20° 13	5	12,82	6,28	14,86	—	—	—
				120	4,30	10,32	17,46	—	2,50	—
14.	98	58° 27	20° 58	5	13,40	6,54	15,48		—	—
				96	3,38	8,84	17,12	-	4,05	—
14	99	58° 27	21° 26	5	13,44	6,83	16,15	—	—	—
14	85	58° 57	21° 53	5	13,33	6,76	16,39	—	—	—
15.	86	59° 2	21° 5	143	4,24	10,23	17,29	39,09	2,18	—
				5	13,03	6,52	15,42	—	7,10	—
15.	87	59° 5	20° 33	118	3,81	9,49	17,43		2,80	—
				5	12,77	6,31	15,12	—		
15.	88	59° 8	19° 54	5	12,34	5,84	13,97	—	—	—
15.	89	59° 17	19° 19	0	12,40	5,48	13,45	—	—	—
16.	90	Innerhalb d. Schären v. Stockholm		0	13,09	5,34	13,27	—	—	—
	Stockholm Hafen, Skeppsbron ziemlich nahe bei Slussen. Durch Markt und Schilfe stark verunreinigt.			0	15,0	184 mg Cl	8,12	17,88	—	—
	(Rückstand 0,520, geglüht 0,417)									
19.	S 4	55° 21	15° 39	5	13,90	7,25	15,93	—	—	—
				91	4,92	16,51	19,82	—	2,99	—
20.	O 6	55° 16	13° 6	5	14,12	8,08	16,24	—	—	—
20.	O 7	55° 6	13° 6	5	14,27	7,70	16,04	—	—	
21.	O 8	54° 52	13° 14	5	13,52	7,50	15,99	—	—	—
21.	O 5	54° 29	12° 17	5	15,34	9,70	16,90	—	—	—
21.	O 4	54° 10	11° 16	5	15,13	12,50	18,25	—		—
22.	O 3	53° 36	11° 2	5	14,72	16,53	19,84	—		—
22.	O 1	54° 30½	10° 21	5	14,76	16,29	19,84	—	—	—
24.	O 2	54° 56	10° 6	5	13,72	19,00	20,85	—	—	—
				33	7,76	27,57	24,14	—	3,46	—
25.	K 1	54° 51	10° 50½	5	13,45	20,52	21,25	—	—	—
				46	11,09	27,59	23,97	—	5,16	—
25.	K 2	55° 40	10° 20	0	12,99	25,10	23,01	—	—	—
				22	10,98	29,67	24,82	—	4,04	—
25.	K 3	56° 15	11° 30	0	14,17	21,61	21,60	—	—	
				23	10,09	31,73	25,33		5,25	—
25.	K 4	56° 30	12° 15	5	14,35	20,01	20,85	—	—	—
				31	10,35	32,44	25,72	—	5,13	—
26.	K 5	57° 5	11° 50	5	14,09	25,32	22,90	—	—	—
26.	K 6	57° 5	10° 49	0	13,58	30,48	24,71	—	—	—
26.	K 7	57° 15	10° 46	0	13,90	30,62	24,65	—	—	—
				21	13,35	31,73	25,30	—	5,26	—
26.	K 8	57° 35	11° 10	5	13,90	30,72	24,82	—	—	—
				42	13,67	32,66	25,62	—	5,37	—
27.	K 9	57° 47	10° 40	5	14,00	32,65	26,64	—	—	—
	(Wasser war trübe, Sichttiefe 5 m)									
27.	K 10	57° 44	9° 3	0	12,82	30,05	24,36	—	—	—
	(Am Boden Foraminiferen u. Echinodermenstach.)			200	6,44	35,23	26,46	—	—	—
29.	N 9	57° 49	7° 24	5	13,65	30,90	24,71	—	—	—
	(Vielleicht durch etwas Boden verunreinigt)			425	5,81	35,19	26,92	—	—	—
29.	N 10	57° 31	7° 27	5	13,51	30,59	24,60	—		—
				212	6,37	35,22	26,64			—
29.	N 11	57° 17	8°	5	12,80	31,50	25,05	—	—	—
30.	N 12	57°	8° 3	5	13,45	33,80	26,23	—	—	—
30.	N 13	56° 45	6° 6	5	13,12	34,61	26,18	—	—	—
31.	N 6	58°	4° 37	5	12,02	33,11	25,69	—	—	—
				96	6,48	35,22	26,67	—	—	—
31.	N 7	58° 8	5° 10	5	13,01	31,79	25,13	—	—	—
				280	5,79	35,16	26,62	—	—	—
31.	N 8	58° 22	5° 31	5	13,71	30,77	24,71	—	—	—
				330	5,79	35,14	26,35	—	—	—
1. 9. 07	N 16	59° 3	4° 55	5	12,80	31,84	25,19	—	—	—
				240	5,80	35,14	26,53	—	6,13	—
7.	N 5	57° 41	3° 10	5	11,91	33,64	25,92	—	—	—
				66	7,17	35,17	26,49	—	—	—
8.	N 4	56° 41	2° 15	5	12,22	35,02	26,41	—	—	—
				81	6,52	35,21	26,48	—	—	—
8.	N 3	56° 2	3° 16	5	13,27	34,61	26,41	—	—	—
				70	6,69	35,14	26,53	—	—	—
9.	N 2	55° 22	4° 18	5	13,27	34,95	26,18	—	—	—
9.	N 1	54° 49	5° 50	5	14,24	34,63	26,29	—	—	—
9.	N 15	55° 13	7° 22	5	14,07	32,84	26,53	—		—

das Massenwirkungsgesetz:

$$\frac{Ac' \times R'}{AcR} = k,$$

wobei k eine Konstante ist und Ac', R' und AcR die Konzentrationen bedeuten. Dabei mißt man die Konzentration in Grammolekülen pro Liter, d. h. sind von einem Stoff a Gramm im Liter gelöst, dessen Molekulargewicht M ist, so ist die Konzentration $= \frac{a}{M}$. Leider kennen wir für starke Säuren und Basen, sowie für Salze die Konstante k nicht. Betrachten wir die Lösung von gasförmiger Kohlensäure im Wasser. Wir wissen, daß sie sich gemäß dem Henry'schen Gesetz proportional dem Druck löst: CO_2 in Luft $= k \,.\, CO_2$ in Wasser. Im Wasser geht sie mit diesem eine Reaktion ein, die von folgender Ordnung sein muß:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3,$$

denn wenn mehr als ein Molekül CO_2 an der Reaktion teilnehmen würde, könnte das Henry'sche Gesetz nicht erfüllt sein. Auf die Zahl der Wassermoleküle kommt es bei geringen Konzentrationen nicht an:

$$CO_2 \times H_2O = kH_2CO_3.$$

Da die Konzentration des Wassers immer konstant bleibt, so erhält man:

$$CO_2 \text{ in Wasser} = k \,.\, H_2CO_3,$$

mit der ersten Gleichung kombiniert:

$$CO_2 \text{ in Luft} = k \,.\, H_2CO_3.$$

Diese Konstante ist aus den Löslichkeitsbestimmungen von CO_2 bekannt.

Die Konzentration der Kohlensäure H_2CO_3 im Wasser ist proportional der Konzentration der Kohlensäure in der Luft. Im Wasser dissoziiert die H_2CO_3 als schwache zweibasische Säure in zwei Stufen:

$$H' \,.\, HCO_3' = k_1 \,.\, H_2CO_3 \qquad k_1 = 3{,}04 \,.\, 10^{-7} \quad [17])$$
$$H' \,.\, CO_3'' = k_2 \,.\, HCO_3' \qquad k_2 = 1{,}295 \,.\, 10^{-11}.$$

Die zweite Dissoziation beträgt den 23 000sten Teil der ersten.

Kohlensaurer Kalk $CaCO_3$ löst sich in Wasser nur sehr schwer auf, bei Zimmertemperatur 0,0131 g, seine Konzentration beträgt mithin nur $1{,}31 \,.\, 10^{-4}$. $CaCO_3$ dissoziiert im Wasser in

$$Ca'' \,.\, CO_3'' = k \,.\, CaCO_3.$$

Da in gesättigter Lösung die Konzentration von $CaCO_3$ konstant ist, kann man auch schreiben:

$$Ca'' \,.\, CO_3'' = k \qquad k = 28{,}42 \,.\, 10^{-10}.$$

Bei dieser Dissoziation hat es aber nicht sein Bewenden, es erfolgt eine Reaktion der CO_3'' Ionen mit dem Wasserstoffion des Wassers. Dafür gelten die Gleichungen:

$H' \,.\, CO_3'' = 1{,}295 \,.\, 10^{-11} \,.\, HCO_3'$,

$H' \,.\, OH'$ $0{,}74^2 \,.\, 10^{-14}$ bei 16^0 Celsius.

$CO_3'' + HCO_3' = 1{,}31 \,.\, 10^{-4}$ = der Konzentration des $CaCO_3$; es wird angenommen, daß fast sämtliches $CaCO_3$ dissoziiert ist,

$OH' = HCO_3'$, da für jedes H', das zur Bildung von HCO_3 gebraucht wurde, OH zurückbleibt.

Daraus berechnet sich:

$$OH' = HCO_3' = 10{,}51 \,.\, 10^{-5},$$
$$CO_3'' = 2{,}6 \,.\, 10^{-5}.$$

Da die Konzentration der Hydroxylionen in destilliertem Wasser bei 16^0 nur $0{,}74 \,.\, 10^{-7}$ beträgt, so sehen wir, daß die Flüssigkeit deutlich alkalisch sein muß; sie färbt sich auch mit Phenolphthalein rot. Anders wird das Bild, wenn wir kohlensauren Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser lösen; es geht dann erheblich mehr in Lösung. Da aber stets die Gleichung:

$$Ca'' \,.\, CO_3'' = 28{,}42 \,.\, 10^{-10}$$

erfüllt bleiben muß, so ist das nur möglich, wenn dabei die Konzentration der CO_3'' Ionen verringert wird. Das geschieht auch tatsächlich, denn die überschüssige Kohlensäure vermag Wasserstoffionen abzuspalten, die mit CO_3 Ionen zu HCO_3 Ionen zusammentreten. Die Löslichkeit des $CaCO_3$ ist nach Schlösing [18]) bei 16^0

$$x^{0{,}37860} = 0{,}92\,128 \,.\, y.$$

x bedeutet Kohlensäuredruck in Atmosphären, y die Menge $CaCO_3$ in g nach Abzug von 13,1 mg,

die sich in kohlensäurefreiem Wasser lösen. In gewöhnlicher Luft ist der Kohlensäuredruck $3 . 10^{-4}$ Atmosphäre; demnach lösen sich im Wasser, dessen Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft entspricht:

$$63{,}4 \text{ mg } Ca\,CO_3 \text{ Konzentration} = 6{,}34 . 10^{-4},$$

also fast 5mal soviel wie in destilliertem Wasser.

Cameron[19]) findet durch direkte Versuche 64,6 mg.

Über die verschiedenen Bindungsformen von Ca und Kohlensäure erhalten wir auf Grund folgender Überlegungen Aufschluß. $Ca^{\cdot\cdot}$ kann bei der großen Verdünnung in erster Annäherung als nur im Ionenzustand vorhanden angenommen werden, Konzentration $= 6{,}34 . 10^{-4}$:

$$CO_3'' = \frac{28{,}42 . 10^{-10}}{6{,}34 . 10^{-4}} = 4{,}483 . 10^{-6}.$$

Noch nicht ein Prozent der Kohlensäure ist als Ion CO_3 vorhanden. Es müssen also noch, da $Ca^{\cdot\cdot}$ zweiwertig ist, $2 . 6{,}3 . 10^{-4}$ Äquivalente Anionen vorhanden sein. Als solche kommen nur OH' und HCO_3' in Betracht. Nehmen wir an, daß die Konzentration der OH' neben HCO_3 nicht bedeutend ist, so ist $HCO_3 = 12{,}6 . 10^{-4}$:

$$H' . HCO_3'' = 3{,}04 . 10^{-7} . H_2CO_3.$$

Die Konzentration von H_2CO_3 ist für 16^0 und $3 . 10^{-4}$ Atmosphärendruck:

$$0{,}296 \text{ ccm} = 1{,}323 . 10^{-5};$$

rechnen wir die Gleichung aus, so erhalten wir:

$$H^{\cdot} = 3{,}19 . 10^{-9} \qquad OH' = 1{,}714 . 10^{-6}.$$

Zu ähnlichem Resultat ohne Annahmen über OH' kommen wir aus folgenden Gleichungen:

$H^{\cdot} . HCO_3' = k . H_2CO_3$ $\quad k = 3{,}04 . 10^{-7}$ $\quad H_2CO_3 = 1{,}323 . 10^{-5} = 0{,}2961$ ccm,

$H^{\cdot} . CO_3'' = k . HCO_3'$ $\quad k = 1{,}295 . 10^{-11}$ $\quad CO_3 = 4{,}483 . 10^{-6}$,

$$H^{\cdot 2} = \frac{3{,}04 . 1{,}323 . 1{,}295}{4{,}483} . 10^{-17},$$

$H^{\cdot} = 3{,}41 . 10^{-9}$, da aber

$H^{\cdot} . OH' = 0{,}5475 . 10^{-14}$,

folgt $OH' = 1{,}61 . 10^{-6}$.

OH' kommt wirklich nicht in Betracht neben HCO_3'; eine solche Lösung wirkt zwar auf Phenolphthalein nicht mehr alkalisch, wohl aber gerade noch auf Rosolsäure. Wasser mit kohlensaurem Kalk und Kohlensäure, von der Konzentration wie in der Luft behandelt, zeigt eine Hydroxylionenkonzentration, die der im Meerwasser gefundenen ziemlich gleich ist, für das Ringer $7{,}5 . 10^{-9}$ $H^{\cdot}$ Konzentration gefunden hat. Bei diesem Versuche haben wir gesehen, daß fast die ganze gebundene Kohlensäure in Form ihrer primären Ionen HCO_3' vorhanden ist, und zwar in einer Menge, die dem Bikarbonat beinahe äquivalent ist; dieses Verhältnis stellt sich nur ein bei schwer löslichen Karbonaten, bei denen die Konzentration des Kations nie sehr hoch werden kann. Nehmen wir aber Natriumkarbonat, dessen Konzentration wir in beliebigen Grenzen bis zu einer ziemlich hohen verändern können, so erhalten wir ein anderes Bild nach den Versuchen von Cameron[20]), der Lösungen von Natriumkarbonat mit kohlensäurehaltiger Luft behandelt hat und darin das Verhältnis des Bikarbonates zum normalen Karbonat bestimmt hat. Hier sehen wir, daß das Verhältnis der gesamten Kohlensäure zur Alkalinität (ccm CO_2) mit zunehmender Konzentration sinkt, oder es wird erst bei hohen Verdünnungen gleich zwei, d. h. alles Salz ist als Bikarbonat vorhanden, wie beim kohlensauren Kalk (siehe Tabelle II).

Sind in der Lösung außer Wasser, Kohlensäure und Kalk noch andere Salze vorhanden, so werden die Verhältnisse derartig kompliziert, daß wir nur noch mühsam oder gar nicht mehr mit der Rechnung den Vorgängen folgen können und daß wir froh sein müssen, wenn wir sie wenigstens qualitativ dem Gange nach behandeln können. Cameron hat Kochsalzlösungen verschiedener Konzentration mit atmosphärischer Luft und kohlensauren Kalk behandelt. Er findet darin folgende Zahlen, denen ich einige Umrechnungen beigefügt habe (siehe Tabelle III und Fig. 2).

Wir sehen, daß in Kochsalzlösungen das Kalziumkarbonat löslicher ist als in Wasser, und zwar steigt die Löslichkeit mit der Na Cl Konzentration zunächst an. Dies läßt sich leicht verstehen nach

einem Prinzip von Arrhenius*), wonach Salzgemische in der Gesamtkonzentration vorläge. Das will sagen: In so dissoziiert sind, als ob jedes mögliche Salz einer Kochsalzlösung von 0,5 ist $CaCO_3$ 0,0013 normal gelöst; wir wissen, daß es hauptsächlich als $Ca(HCO_3)_2$ in Ionen oder undissoziiert oder als $CaCl_2$ vorliegt. Nach dem angeführten Prinzip berechnet sich die Ionenkonzentration des Kalzium, als ob es als Chlorid in einer Konzentration von 0,25 vorhanden wäre; dann können höchstens $^2/_3$ davon als Ionen existieren, der Rest ist undissoziiertes $CaCl_2$. Die gleiche Betrachtung gilt für HCO_3, von dem ein Drittel als nicht dissoziiertes $NaHCO_3$ vorhanden ist, außerdem muß noch ein Teil Na_2CO_3 vorhanden sein. Damit nun dem Guldberg-Wagegesetz Genüge geschieht, muß in einer solchen Lösung mehr $CaCO_3$ in Lösung gegangen sein, als im Wasser ohne Kochsalz. In den ganz konzentrierten Lösungen von Kochsalz überwiegt wieder die aussalzende Wirkung des letzteren, so daß die Löslichkeit, nachdem sie ein Maximum durchlaufen hat, sinkt. Cameron hat ein noch komplizierteres Gemisch untersucht in bezug auf die Lösungsfähigkeit für kohlensauren Kalk, nämlich Kochsalzlösungen, die mit Gips, das ist schwefelsaurem Kalk, gesättigt waren. Die Löslichkeit ist erheblich geringer als ohne den Gips. Dies Verhalten rührt daher, daß er von vornherein Ca Ionen in der Flüssigkeit hatte. Dadurch mußte die Konzentration der CO_3 Ionen herabgesetzt werden, damit das Produkt der Ionen konstant blieb; es konnte sich also nur wenig kohlensaurer Kalk lösen.

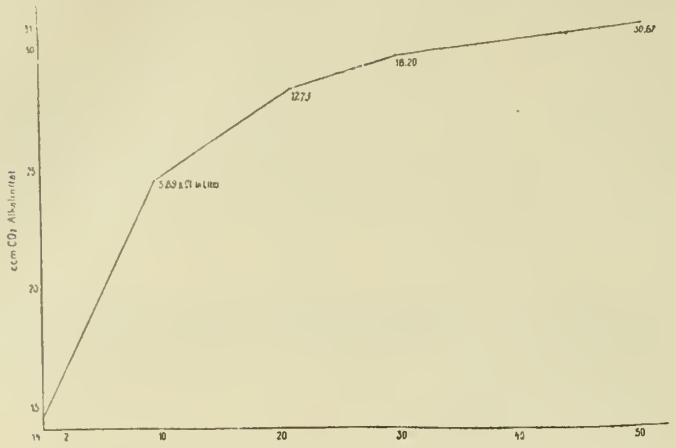


Fig. 2. Löslichkeit von $CaCO_3$ in Na Cl Lösung im Gleichgewicht mit atmosphärischer Luft.

Gehen wir nun zum Meerwasser über. Hier kann das Ca mit Cl und SO_4 undissoziierte Verbindungen bilden; CO_3 und HCO_3 können sowohl mit Na wie mit Mg zusammentreten, so daß sich a priori über die Größe der Löslichkeit nichts aussagen läßt. Wir finden daher auch ein sehr überraschendes Verhalten; $CaCO_3$ löst sich in kohlensäurefreiem Meerwasser ebenso stark nach Cohen und Raken[31]) wie es in Meerwasser, das mit der Atmosphäre im Gleichgewicht steht, gelöst ist. Der Befund ist unabhängig durch Anderson[22]) bestätigt worden. Dieser findet, daß, wenn man Meerwasser mit $CaCO_3$ und kohlensäurefreier Luft behandelt, ebensoviel Ca in Lösung ist wie im Meerwasser. Man kann sich das nur so erklären, daß die geringe Menge der Kohlensäure als undissoziierte Na oder Mg Verbindung in Lösung geht, so daß sie nicht auf dem kohlensauren Kalk oder seine Ionen reagieren kann. Dabei habe ich angenommen, daß ozeanisches Wasser von ca. 35‰ Salz mit einer Alkalinität von 26,8 ccm CO_2 wirklich an kohlensaurem Kalk gesättigt ist. Die Annahme gründet sich auf die Analysen der Norske Nordhavsexpedition[23]); dort finden sich in Bodenwasserproben, deren Gehalt an Gasen, Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure durchaus den Oberflächenproben entspricht und die über Bodenablagerungen von hohem Kalkkarbonatgehalt geschöpft sind, ebenso hohe Alkalinitäten wie an der Oberfläche, sowohl von Tornoe als von mir in der Nordsee gefunden worden sind. Eine Untersättigung ist wohl nicht denkbar, eher wäre eine geringe Übersättigung möglich.

Station	N. Breite	W. Länge	Tiefe m	Temperatur	Alkalinität ccm CO_2	Gesamt CO_3 ccm	$\frac{\%\,O}{O+N}$	$CaCO_3$ % im Boden	Tension in CO_2 im Wasser, nach Fox berechnet
52	65° 47,5′	3° 7′	3403	—1,2	26,86	50,53	32,2	45,80	$2{,}4 \cdot 10^{-4}$
51	65° 53′	7° 18′	2127	—1,1	26,77	50,53	32,7	52,82	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$

*) Herr Professor Dr. G. Bredig-Heidelberg hat mich brieflich darauf aufmerksam gemacht, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank sage.

Über die Konzentrations- und Bindungsverhältnisse von Ca, CO_3, HCO_3, H_2CO_3, H und OH von ozeanischem Wasser von 16° C. kommen wir zu folgender Vorstellung, wobei die unbewiesene Annahme gemacht ist, daß durch den Salzgehalt die Dissoziationskonstanten nicht wesentlich verändert worden sind. Das Wasser hat eine Alkalinität von 26,86 ccm CO_2; dem entspricht nach Fox ein Gesamtkohlensäuregehalt bei einer CO_2 Spannung von 0,0003 Atmosphären von 48,35 ccm; Konzentration $= 2{,}16 \cdot 10^{-3}$. Davon sind als

H_2CO_3 gelöste 0,256 ccm Konzentration $= 1{,}144 \cdot 10^{-5}$,

es gilt $H' \cdot HCO_3' = 3{,}04 \cdot 10^{-7} \cdot H_2CO_3$.

Nach Ringer ist H' Konzentration $= 0{,}75 \cdot 10^{-8}$, OH' demnach $= 0{,}73 \cdot 10^{-6}$,

da $H' \cdot OH' = 0{,}74^2 \cdot 10^{-14}$,

Konzentration $HCO_3' = 4{,}636 \cdot 10^{-4}$. Demnach sind $^4/_5$ der Kohlensäure als nicht dissoziierte Verbindungen da,

$H' \cdot CO_3'' = 1{,}295 \cdot 10^{-11} \cdot HCO_3'$,

Konzentration $CO_3'' = 8 \cdot 10^{-7}$,

$Ca'' \cdot CO_3'' = 28{,}42 \cdot 10^{-10}$,

Ca'' Konzentration $= 3{,}55 \cdot 10^{-3}$.

In Meerwasser von 35‰ ist die gesamte Konzentration von Ca als Verbindungen und Ionen $= 10{,}46 \cdot 10^{-3} = 0{,}4194$ g im Liter, also ist nur der dritte Teil in Form von Ionen vorhanden. Auf gänzlich verschiedenem Wege kommen wir zur selben Zahl für die Ca'' Ionen. Nach dem oben angeführten Prinzip von Arrhenius müssen wir die Ca Dissoziation berechnen, als ob $CaCl_2$ in $^1/_4$ normaler Lösung vorhanden wäre. Das ergibt, daß 60% des Ca in Ionenform vorhanden sein kann nach der elektrischen Leitfähigkeit, der Rest ist mit Cl zu nicht dissoziiertem Salz verbunden. Diese 60% reagieren aber noch mit dem Sulfation, das in ungefähr $^1/_{40}$ normaler Konzentration vorhanden ist; $MgSO_4$ ist in dieser Verdünnung zu 50% dissoziiert. Für $CaSO_4$ kann man die gleiche Dissoziation annehmen [24]); demnach sind von Ca Salzen im ganzen 30% als Ionen vorhanden, was mit dem oben errechneten Resultat gut übereinstimmt. Wenn wir die Rechnung umgekehrt ausführten und von dem elektrolytisch ermittelten Ca'' Ionengehalt ausgehen, müssen wir eine Zahl finden, die mit Ringers H' Konzentration gleich ist.

Das Meerwasser ist schwach alkalisch, die Konzentration der Hydroxylionen ist ganz wenig stärker als am Neutralpunkt, wo sie $0{,}74 \cdot 10^{-7}$ bei 16° beträgt. Fragen wir uns, wann kann Meerwasser neutral werden, so finden wir die Antwort leicht aus obigen Rechnungen. Der Neutralpunkt ist dadurch charakterisiert, daß $H = OH = 0{,}74 \cdot 10^{-7}$ wird:

$$H' \cdot HCO_3' = 3{,}04 \cdot 10^{-7} \cdot H_2CO_3$$
$$H' \; CO_3'' = 1{,}295 \cdot 10^{-11} \cdot HCO_3'$$

Elimination von HCO_3 gibt $$\frac{H^2 \cdot CO_3''}{1{,}295 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}04 \cdot 10^{-7}} = H_2CO_3.$$

H^2 ist $= 0{,}74^2 \cdot 10^{-14}$, in der Gleichung fehlt uns zur Berechnung nur noch die Größe der CO_3'' Ionen. Bei geringer Änderung der Kohlensäurespannung verändert sich im Meerwasser die Löslichkeit von $CaCO_3$ nicht wesentlich und die Konzentration der Ca'' Ionen ist nur abhängig von der Salzkonzentration, also für ozeanisches Wasser gleich konstant zu setzen. Da wir die Gleichung haben:

$$Ca'' \cdot CO_3'' = 28{,}42 \cdot 10^{-10},$$

so muß auch CO_3'' konstant sein $= 8 \cdot 10^{-7}$, wie oben berechnet. Für die Konzentration von

H_2CO_3 finden wir $1{,}114 \cdot 10^{-3} = 24{,}93$ ccm im Liter,

d. h. Meerwasser kann oft bei einer Konzentration von 25 ccm freier Kohlensäure im Liter neutral werden, entsprechend einer CO_2 Tension von 0,03 Atmosphären, also einer Spannung, die 100mal so groß ist wie die der Luft. Wird aber die Löslichkeit von kohlensaurem Kalk durch eine derartig starke Spannungserhöhung vermehrt, so kann der Neutralpunkt erst bei noch höherer Spannung liegen, wenn $CaCO_3$ im Boden vorliegt. Derartiger Überschuß von Kohlensäure ist aber im Meerwasser nirgends bekannt. Die überschüssige Kohlensäure im Meerwasser entsteht infolge von Oxydation organischer Stoffe durch den vorhandenen gelösten Luftsauerstoff; für jeden ccm verschwindenden Sauerstoff erscheint ca. ein ccm Kohlensäure. Infolgedessen können höchstens 10 ccm Kohlensäure im Überschuß sein, abgesehen von Stellen,

die es vielleicht im Schwarzen Meer gibt, wo der Sauerstoff der Sulfate mit zur Oxydation verwendet werden kann. Tatsächlich sind aus dem Ozean auch keine höheren Kohlensäurekonzentrationen bekannt, und wenn es wirklich Stellen gibt, wo durch Kohlensäurequellen der Gehalt an CO_2 gesteigert ist, so hat man sie bis jetzt noch nicht gefunden. Wir kommen demnach zum Schluß:

Meerwasser hat stets eine etwas höhere Hydroxylionenkonzentration, als dem Neutralpunkt entspricht.

7. Meerwasser und die Phasenregel von W. Gibbs.

Bei den bisherigen Überlegungen sind wir mit der elektrolytischen Dissoziationstheorie von Annahmen ausgegangen, die zwar in der Wissenschaft von großem Nutzen gewesen sind, doch aber stets hypothetisch bleiben. Es gibt jedoch eine andere Form von Betrachtungen der chemischen Gebilde, die sich auch als überaus fruchtbar erwiesen hat und die keine speziellen Hypothesen braucht. Die Grundlage dafür bietet die Phasenregel von W. Gibbs; siehe Ostwald[25]). Eine Phase ist ein stofferfüllter Raum von bestimmtem Aggregatzustand und gleichmäßiger chemischer Zusammensetzung und gleichmäßigen physikalischen Verhältnissen, der durch eine physische Trennungsfläche von anderen Phasen geschieden ist. Wir unterscheiden gasförmige Phasen; von diesen kann in einem im Gleichgewichte befindlichen System nur eine vorhanden sein, da alle Gase sich in jedem beliebigen Verhältnisse mischen, flüssige Phasen und feste Phasen. Bei den festen Phasen zählen verschiedene Stücke eines chemischen Körpers für eine Phase, denn in ihnen sind chemische Zusammensetzung und physikalische Verhältnisse gleich. Liegt aber der feste Körper in zwei verschiedenen Modifikationen vor, z. B. Kalkspat und Aragonit, so haben wir zwei feste Phasen, denn obgleich die chemische Zusammensetzung identisch ist, so sind doch physikalische Verhältnisse wie Dichte, Lichtbrechung, Energieinhalt usw. verschieden. Die Gibbs'sche Phasenregel drückt Ostwald folgendermaßen aus: Ist n die Anzahl der Bestandteile des Systems, P die der Phasen und F die der Freiheitsgrade, so ist:

$$n + 2 = P + F.$$

Die um 2 vermehrte Zahl der Bestandteile ist gleich der Summe der Zahl der Phasen und Freiheitsgrade. Als Bestandteile gelten die Stoffe, aus denen man die verschiedenen Phasen des Gebildes durch Vermischung oder chemische Umsetzung herstellen kann. Die Aufgabe, solche Stoffe anzugeben, läßt sich meist auf mehrfache Weise lösen, doch gibt es immer eine kleinste Zahl von unabhängigen Bestandteilen, unter die man nicht heruntergehen kann; diese kleinste Zahl ist in der obigen Regel gemeint.

Zwischen Kalk und Kohlensäure findet bei höherer Temperatur folgende Reaktion statt:

$$Ca\,CO_3 = Ca\,O + CO_2.$$

Die Bestandteile dabei sind nicht etwa 3, kohlensaurer Kalk, Kalkoxyd und Kohlensäure, sondern nur 2, entweder kohlensaurer Kalk und Kohlensäure, oder Calciumoxyd und Kohlensäure, je nach den Mengenverhältnissen, denn das System läßt sich stets aus 2 aufbauen. Der Freiheitsgrad wird durch die Anzahl der unabhängigen Veränderlichen, die in der Zustandsgleichung des Gebildes vorhanden sind, gekennzeichnet. Diese Veränderlichen sind physikalische Größen, wie Temperatur, Druck, Konzentration, Dichte, Energieinhalt u. a. m. Ist das Gebilde von der Beschaffenheit, daß sein Zustand völlig bestimmt ist, wenn man einer dieser Größen einen bestimmten Wert zuerteilt hat, so hat es einen Freiheitsgrad; lassen sich 3 solcher Größen unabhängig variieren, so daß jeder Gruppe von 3 solchen Größen ein bestimmter Zustand entspricht, so liegen 3 Freiheitsgrade vor. Der Inhalt der Phasenregel ist somit, daß die höchste Zahl der unabhängigen Veränderlichen in den Gebilden der Art, wie wir sie hier betrachten, 2 mehr beträgt, als die Zahl der unabhängigen Bestandteile, und daß das Auftreten jeder Phase äquivalent ist der Verfügung über eine der Veränderlichen. Fassen wir als einfachsten Fall ein System mit nur einem Bestandteil ins Auge, z. B. Wasser, dann ist:

$$1 + 2 = P + F.$$

Die Anzahl der Phasen und Freiheitsgrade ist 3. Meistens sind 2 Phasen gleichzeitig zugegen, sei es flüssiges Wasser und Dampf oder Eis und Dampf; damit das System völlig bestimmt ist, können wir über eine physikalische Größe willkürlich verfügen. Gewöhnlich wird dazu die Temperatur gewählt. Damit haben wir dann gleichzeitig alle anderen physikalischen Größen festgelegt, d. h. Wasser oder Eis

hat bei jeder bestimmten Temperatur einen bestimmten Dampfdruck, eine bestimmte Dichte, Lichtbrechung usw. Wir hätten ebensogut jede andere dieser Größen willkürlich festsetzen können, dann wäre dadurch die Temperatur bestimmt worden. Natürlich ist die Willkür nicht unbeschränkt, sondern sie muß sich innerhalb der Möglichkeiten halten. Ich kann z. B. nicht verlangen, daß Eis und Dampf bei + 10° C. im Gleichgewicht sein sollen, da oberhalb 0° Eis nicht mehr bestehen kann. Liegt Wasser in nur einer Phase vor, z. B. im Gebiet oberhalb der kritischen Temperatur, wo nur die Dampfphase existenzfähig ist, so haben wir 2 Freiheitsgrade, d. h. wir können Temperatur und Druck unabhängig voneinander wählen. Verlangen wir jedoch, daß 3 Phasen zugegen sein sollen, so hat das System keinen Freiheitsgrad mehr. Eis, Wasserdampf und Wasser können nur bei einer bestimmten Temperatur, 0°, einem bestimmten Druck, 4,58 mm, gleichzeitig existieren; damit sind auch alle anderen Eigenschaften festgelegt. Hierbei möchte ich auf eine Besonderheit eingehen, die mit der Phasenregel nicht vereinbar scheint und über die die Lehrbücher sich meistens nicht deutlich ausdrücken. Der Gefrierpunkt des Wassers ist, wenn auch nur wenig, so doch deutlich vom Druck abhängig; er sinkt mit steigendem Druck. Hierin scheint ein Widerspruch gegen die Phasenregel vorzuliegen. Vergegenwärtigen wir uns aber, wie der Druck gesteigert werden kann, so verschwindet der Widerspruch. Den Druck können wir entweder durch ein indifferentes Gas steigern, dann haben wir im System eben 2 Bestandteile mit 3 Phasen:

$$2 + 2 = 3 + F,$$

es ist also wieder ein Freiheitsgrad vorhanden, oder wir lassen auf das Wasser einen Stempel wirken; damit schließen wir die Gasphase aus, haben also nur noch 2 Phasen:

$$1 + 2 = 2 + F,$$

also wiederum einen Freiheitsgrad.

Mehr als 3 Phasen sind bei einem Bestandteil nicht gleichzeitig existenzfähig.

Mannigfaltiger wird das Verhalten, wenn 2 Bestandteile zugegen sind, z. B. ein Salz und Wasser:

$$2 + 2 = P + F.$$

Wir müssen fast stets, wenn wir nicht besondere Vorsichtsmaßregeln, wie ein geschlossenes, von Flüssigkeit völlig erfülltes Gefäß anwenden, mit 2 Phasen rechnen, da die Gasphase infolge des Dampfdrucks sich stets bildet. Es bleiben somit 2 Freiheitsgrade über, als die zweckmäßig Konzentration und Temperatur gewählt werden; alle Eigenschaften müssen dann als Funktionen dieser 2 Größen dargestellt werden. Ist eine feste Phase neben Flüssigkeit und Dampf vorhanden, so kann man noch über eine Größe, z. B. die Temperatur, frei verfügen; dann ist auch die Konzentration durch die Temperatur bestimmt. Bringen wir also Eis und Salzlösung zusammen, bei einer bestimmten Temperatur, die 0° nicht übersteigen darf, so schmilzt entweder Eis oder Wasser friert aus, bis die entsprechende Konzentration erreicht ist. Sollen gar 2 feste Phasen vorhanden sein, also Eis und Salz neben Wasser und Dampf, so ist das System wieder nonvariant:

$$2 + 2 = 4 + 0,$$

nur bei einer bestimmten Temperatur und bestimmter Konzentration sind Eis, Salz, Wasser und Wasserdampf gleichzeitig existenzfähig (der sogenannte eutektische Punkt).

Ganz kompliziert werden die Verhältnisse bei 3 Bestandteilen:

$$3 + 2 = 5,$$

Phasenzahl und Freiheitsgrade sind auf 5 angewachsen. Ein solches System liegt in kohlensaurem Kalk, Wasser und Kohlensäure vor. Dabei spielt schon die Wahl der Bestandteile eine Rolle; man kann zweifelhaft sein, ob man als Bestandteil CaO und Kohlensäure oder $CaCO_3$ und Kohlensäure wählen soll. Man muß sich wohl für das letztere entscheiden, da das feste CaO, solange noch CO_2 vorhanden ist, sich bei den atmosphärischen Temperaturen damit verbindet und in den natürlichen Wässern in Gegenwart der Atmosphäre genug Kohlensäure vorhanden ist, um allen Kalk in die Kohlensäureverbindung überzuführen. Verlangen wir, daß die feste, die flüssige und die Gasphase im Gleichgewicht stehen sollen, so haben wir noch 2 Freiheitsgrade zur Verfügung. Als solche wählen wir zweckmäßig die Temperatur und die Kohlensäurespannung des Gasraumes. Dadurch ist gleichzeitig der Gehalt an Gesamtkohlensäure in der Flüssigkeit und die $CaCO_3$ Konzentration festgelegt. Wählen wir als Veränderliche die Temperatur und die Konzentration der Kohlensäure in der Flüssigkeit, so ist die CO_2 Spannung festgelegt; nehmen wir $CaCO_3$

und CO_2 Konzentration der Flüssigkeit, so ist die Temperatur und Tension definiert. Kurz, sämtliche Eigenschaften lassen sich als Funktionen von 2 Variabeln darstellen. Die Wahl derselben hängt davon ab, welche sich am leichtesten und genauesten bestimmen lassen; außerdem wird man solche wählen, bei deren Änderung die andern Eigenschaften die größten Änderungen erleiden; in fast allen Fällen wird man die Temperatur als eine der Variabeln nehmen. Sollen nur Flüssigkeit und Dampfphase nebeneinander existieren, so haben wir 3 Freiheitsgrade, z. B. Temperatur, Konzentration von $CaCO_3$ und CO_2 Tension oder ihre Konzentration in der Flüssigkeit. Ich weiß nicht, ob sich flüssige Kohlensäure und Wasser in allen Verhältnissen miteinander mischen; sollte es nicht der Fall sein, so kann auch ein System existieren, bei dem 2 flüssige Phasen nebeneinander vorhanden sind, eine wässrige und eine kohlensäurige, allerdings ist das System nur bei hohem Drucke existenzfähig. Suchen wir nach den nonvarianten Punkten, so sind sie dadurch charakterisiert, daß 5 Phasen nebeneinander bestehen, z. B. festes $CaCO_3$, feste CO_2, flüssige CO_2, Eis und ein Gasraum mit CO_2 und Wasserdampf. Der Punkt muß unter -80^0 liegen, oder festes $CaCO_3$, flüssige CO_2, Wasser und Eis und Gasraum. Die beiden flüssigen Phasen haben natürlich mehr oder weniger von allen Bestandteilen gelöst; außerdem ist zu bedenken, daß das System nicht möglich ist, wenn sich Wasser und flüssige Kohlensäure in allen Verhältnissen mischen.

Das Verhalten des Systems $CaCO_3$, Wasser CO_2, kompliziert sich noch dadurch, daß festes $CaCO_3$ in verschiedenen Modifikationen bekannt ist: Calcit rhomboedrisch, spez. Gew. 2,71—2,72, Aragonit orthorombisch, spez. Gew. ca. 2,94, und $CaCO_3 + 5H_2O$, spez. Gew. 1,78 [26]). A. Kelly glaubt noch in Muschelschalen den Konchit, A. Lacroix den Ktypeit in den heißen Quellen von Hammam Meskoutine (Algier) festgestellt zu haben; doch meint F. W. Clarke, daß es Brauns und Vater gelungen ist, den Nachweis zu führen, daß diese beiden identisch mit Aragonit sind. Auf alle Fälle müssen wir mit mindestens 3 festen kristallinischen Modifikationen rechnen. Verschiedene Modifikationen haben in einer Flüssigkeit verschiedene Löslichkeiten; nur bei einer Temperatur, bei der die Löslichkeiten gleich werden, können 2 feste Phasen desselben Körpers mit der Flüssigkeit und untereinander im Gleichgewicht sein, sonst muß sich die leichter lösliche Modifikation auflösen, und die schwerlösliche scheidet sich ab, bis nur noch diese vorhanden ist, vorausgesetzt, daß auch die Gasphase zugegen ist; ist diese ausgeschlossen, so ist eine Veränderliche willkürlich anzunehmen, vielleicht ist als solche der Druck geeignet. Im allgemeinen ist Calcit schwerer löslich als Aragonit, Calcit ist demnach die beständige Modifikation; über die Löslichkeit der kristallwasserhaltigen Form ist nichts bekannt, Pelouze behauptet, sie immer bei Temperaturen unter 2^0 erhalten zu haben.

In der eben entwickelten Betrachtungsweise stellt sich das Verhalten von Meerwasser, kohlensaurem Kalk und Kohlensäure wie folgt dar, wobei ich sehr niedrige Temperaturen wegen des Auftretens von neuen festen Phasen, wie Na_2SO_4 [27]), nicht berücksichtige. Im allgemeinen muß man den Ozean als gesättigt mit $CaCO_3$ annehmen, denn im Weltmeer wird an vielen Stellen dauernd $CaCO_3$ abgesetzt, und die Alkalinität zeigt an diesen nicht höheren Gehalt als an anderen Orten. Durch die Flüsse wird jährlich nach Krümmel $^1/_{39000}$ [28]) des im Meerwasser schon vorhandenen Kalkkarbonates zugeführt, die gleiche Menge muß also irgendwo am Boden abgelagert werden. Die Ablagerung geschieht wohl meist auf biologischem Wege, d. h. Organismen nehmen den überschüssigen gelösten $CaCO_3$ auf und lagern ihn nach ihrem Tode in Form von Gehäusen und Skeletten am Meeresboden ab. Auf chemisch-physikalischem Wege muß Kalziumkarbonat zur Ablagerung kommen, wo Konzentrationserhöhung, sei es durch Verdunsten, sei es durch Ausfrieren, stattfindet und die biologischen Vorgänge nicht stark genug sind, den überschüssigen kohlensauren Kalk aufzunehmen. Er kommt zunächst mit den Flüssen gelöst in die See, gleichzeitig bringen sie das Material, das von der Erosion stammt, mit, dies setzt sich zunächst ab, so daß im Bodensediment nur wenig $CaCO_3$ vorhanden ist, mit größerer Tiefe und Landentfernung tritt das übrige chersogene Material mehr und mehr zurück, und es kommt nun zur Ablagerung von mehr oder weniger verunreinigtem kohlensauren Kalk. Dieser kommt als Calcit und Aragonit vor. Die Globigerinen lagern z. B. Calcit ab in ihren Schalen, die Pteropoden Aragonit, ein sehr merkwürdiges Verhalten, da Globigerinen und Pteropoden, wie mir Herr Prof. Dr. C. Apstein freundlichst privatim mitteilte, häufig gemeinsam im Plankton auftreten. In den Ablagerungen jedoch macht sich der chemische Unterschied bemerkbar; Aragonit ist die unbeständigere Form, die auch in geologischen Sedimenten nicht auftritt (siehe Clarke l. c.). Aragonit

kommt daher nur auf flacheren Stellen vor, wo die leeren Schalen keinen langen Sinkweg zurückzulegen hatten, auch sind die Pteropodenschalen nur in den obersten Schichten des Bodens zahlreich und wohlerhalten, wie mir Herr Professor Lohmann freundlichst von den Azoren mitgeteilt hat. Die Erklärung dafür, daß über großen Tiefen, mehr als 6000 m, kein kohlensaurer Kalk abgesetzt wird, ist schwer zu liefern. Die eine Möglichkeit ist, daß aller überschüssiger Kalk schon abgelagert ist, ehe das Wasser diese Tiefen erreicht hat. Eine andere Möglichkeit bietet folgende Überlegung. Aragonit ist unter gewöhnlichen Verhältnissen die unbeständigere Form, es hat eine größere Löslichkeit als Calcit. Da der erstere die dichtere Form ist, muß es bei irgendeinem höheren Druck (in der Tiefe ist die Gasphase nicht vorhanden, also bleibt noch eine Variationsmöglichkeit) die beständige Form werden, d. h. die Löslichkeit des Calcit muß bei höherem Druck größer werden als die des Aragonits; nehmen wir an, daß dieser Druck bei 5000 m liegt, dann hat der Calcit beim weiteren Sinken die Möglichkeit, sich aufzulösen. Allerdings müßten dann die tieferen Schichten eine höhere Alkalinität aufweisen; leider liegen noch keine sicheren Analysen dafür vor, da die Challengerproben zu lange in Glasflaschen aufbewahrt worden sind; allerdings scheinen sie auf eine etwas stärkere Alkalinität hinzudeuten. Übrigens braucht diese Erhöhung nicht in den Bereich der analytischen Meßbarkeit zu fallen. In den tieferen Schichten scheint eine lebhafte Bewegung des Wassers zu herrschen, wie aus dem relativ hohen Sauerstoffgehalt hervorgeht. Wenn das Wasser nach kurzer Zeit wieder auf höher gelegenen Boden befördert wird, hat es hier Gelegenheit, seinen Kalküberschuß abzulagern. Diese Beständigkeitsunterschiede erklären auch die Befunde der chemischen Untersuchungen von Irvine und Joung[29]) und Anderson. Zunächst ist die Löslichkeit von $CaCO_3$ verschieden im Meerwasser, je nachdem ob man von Kalkspat, Muschelschalen, amorphen kohlensaurem Kalk oder äußerst fein gepulvertem Material ausgeht. Nach einer gewissen Zeit aber wird die Löslichkeit gleich, d. h. es stellt sich die der beständigsten festen Form, des Calcits, ein. An der Meeresoberfläche handelt es sich um die Gleichgewichte zwischen entweder fester, flüssiger und gasförmiger Phase, oder nur zwischen flüssiger und gasförmiger Phase. Da die Flüsse andauernd kohlensauren Kalk ins Meer führen, wird es sich meistens um das 3phasige Gleichgewicht handeln und nur an wenigen Stellen um das 2phasige. Übrigens ist der Unterschied der Betrachtungsweise nur gering, da wir, wenn die feste Phase nicht zugegen ist, statt dessen eine Bestimmungsgröße mehr wählen können, und als solche bietet sich am besten die $CaCO_3$ Konzentration = Alkalinität im Wasser. Beim Gefrierpunkt des Seewassers tritt Eis als 2. feste Phase auf, das Gleichgewicht wird dann durch eine willkürlich gewählte Größe, sei es Temperatur, sei es CO_2 Konzentration oder CO_2 Spannung bestimmt. Da Meerwasser meist an $CaCO_3$ gesättigt ist, muß sich beim Gefrieren stets dieser Körper ausscheiden; gleichzeitig tritt die äquivalente Menge CO_2 in Gasform aus, so daß in Gegenden, wo ozeanisches Wasser gefriert, eine Anreicherung der Atmosphäre an CO_2 stattfinden muß. Beim 2phasigen Gleichgewicht stehen 3 Freiheitsgrade zur Verfügung. Einer davon ist die Temperatur, weil sie sich am genauesten und leichtesten bestimmen läßt und auch sonst zur ozeanographischen und biologischen Charakteristik des Wassers erforderlich ist. Als 2. würde ich die Alkalinität wählen, weil sie sich leicht und verhältnismäßig genau an Bord messen läßt. Über die 3. Größe könnte man eher diskutieren, entweder nimmt man die Gesamtkonzentration an CO_2 im Wasser oder ihre Tension. Die Gesamtkonzentration an Bord zu bestimmen, halte ich nicht für zweckmäßig; es wird besser sein, die Analyse nachträglich an geeignet konservierten Proben auszuführen, dann kann man wohl eine Genauigkeit von 1 % erwarten. Krogh[30]) hat in seiner interessanten Arbeit die Tension der CO_2 an Bord mit großer Genauigkeit gemessen. Welche Größe man wählt, kann also leicht der persönlichen Willkür überlassen bleiben, da man mit Hilfe der Tabellen von Fox die andern berechnen kann. So hat Krogh die Tension des Meerwassers bei Grönland zu ca. $2 \cdot 10^{-4}$ bestimmt. Ich habe aus Alkalinität und Gesamtkohlensäure ungefähr die gleiche Zahl für die Nordsee gefunden. In diesen Gegenden muß also das Meer aus einer Atmosphäre mit $3 \cdot 10^{-4}$ Kohlensäure diese absorbieren. Für die Wahl der Bestimmungsgrößen ist aber nicht nur ihre leichte Meßbarkeit maßgebend, sondern auch der Umstand, daß für geringe Änderung derselben sich andere Eigenschaften möglichst weitgehend ändern. Von hervorragenden Biologen (Loeb) wird nun darauf hingewiesen, daß die Hydroxylionenkonzentration derartig ist, daß eine kleine Änderung eine große in den biologischen Verhältnissen bewirkt. Da im Meerwasser die Hydroxylionenkonzentration abhängig ist von $CaCO_3$ Gehalt, Temperatur und Gesamtkohlensäurekonzentration oder CO_2 Tension, so

ist bloß die Frage zu stellen: kann ich die Hydroxylmenge genau genug messen, um diese Größe statt einer der andern als willkürlich zu wählenden zu nehmen. Die Hydroxylionenkonzentration ist eine äußerst geringe; es gibt verschiedene Wege, um sie zu messen. Nach Salm gibt die färbende Wirkung auf verschiedene Indikatoren einen Aufschluß; dabei muß man zufrieden sein, wenn man die richtige negative 10. Potenz erhält; diese Methode bietet also vorläufig keine Aussichten. Eine zweite Methode ist die Messung der elektromotorischen Kraft einer Gaselektrode. Füllt man sie mit Sauerstoff, was zur direkten Messung des Hydroxyls notwendig ist, so leiden die Messungen unter dem Übelstand, daß sie sehr ungenau sind. Bessere Werte erhält Ringer, der die Gaselektrode mit Wasserstoff füllt; dabei findet man zunächst die Wasserstoffionenkonzentration, die Hydroxylionenkonzentration ist dem reziproken Wert proportional. Auch diese Messungen sind äußerst penibel und nicht in Massen durchzuführen, wie schon aus dem Umstand erhellt, daß vorzügliche Forscher, wie die Mitarbeiter von Loeb und Fox einen schwachsauren Charakter des Meerwassers gemessen haben wollen, während Ringer einen schwachalkalischen gefunden hat. Auf theoretischem Wege, mit Hilfe der Dissoziationstheorie, habe ich einen Wert von der Größenordnung, wie ihn Ringer gefunden hat, abgeleitet. Fox leitet einen schwachsauren Wert ab aus der Gleichung:

$$H \,.\, HCO_3 = 3{,}04 \,.\, 10^{-7} \,.\, H_2\,CO_3 .$$

Er hat dabei die Zurückdrängung der H Ionen durch überschüssige HCO_3 übersehen. Auch die Reaktion auf Rosolsäure deutet auf geringen Überschuß des Hydroxyls. Nach meiner Meinung sind vorläufig auch die biologischen Verhältnisse als Funktionen von $Ca\,CO_3$, CO_2 Konzentration oder Tension und Temperatur darzustellen. Hat man z. B. die Tension der CO_2 im Wasser und die Gesamtkohlensäure neben der Temperatur gewählt, so kann man die Hydroxylionenkonzentration berechnen aus den Gleichungen:

$$H^{\cdot} \,.\, OH^{\cdot} = k_1 ,$$
$$H^{\cdot} \,.\, HCO_3' = k_2 \,.\, H_2\,CO_3 .$$

$H_2\,CO_3$ ist aus der Tension bekannt, HCO_3' nach dem Prinzip von Arrhenius aus Gesamtkohlensäure und Salzgehalt zu berechnen. k_1 und k_2 sind die Dissoziationskonstanten von Wasser resp. Kohlensäure.

Zusammenfassung.

1. Es wird die auf dem Poseidon benutzte Methode zur Bestimmung der Alkalinität beschrieben.
2. Die in Nord- und Ostsee gefundenen Werte der Alkalinität werden in ccm CO_2 angegeben.
3. Mit Hilfe der Ionentheorie wird die Hydroxylionenkonzentration im Meerwasser gefunden; sie ist etwas größer als dem Neutralpunkt entspricht. Nur ein Drittel des Kalkes und ein Fünftel der Kohlensäure sind als Ionen vorhanden.
4. Es wird nachgewiesen, daß alle Eigenschaften des Meerwassers, die sich von der Alkalinität ableiten, sich auf 2—3 Veränderliche, je nach der vorliegenden Phasenanzahl zurückführen lassen; als solche sind die besten Temperatur, Alkalinität, Gesamtkohlensäure oder Kohlensäure-Tension.

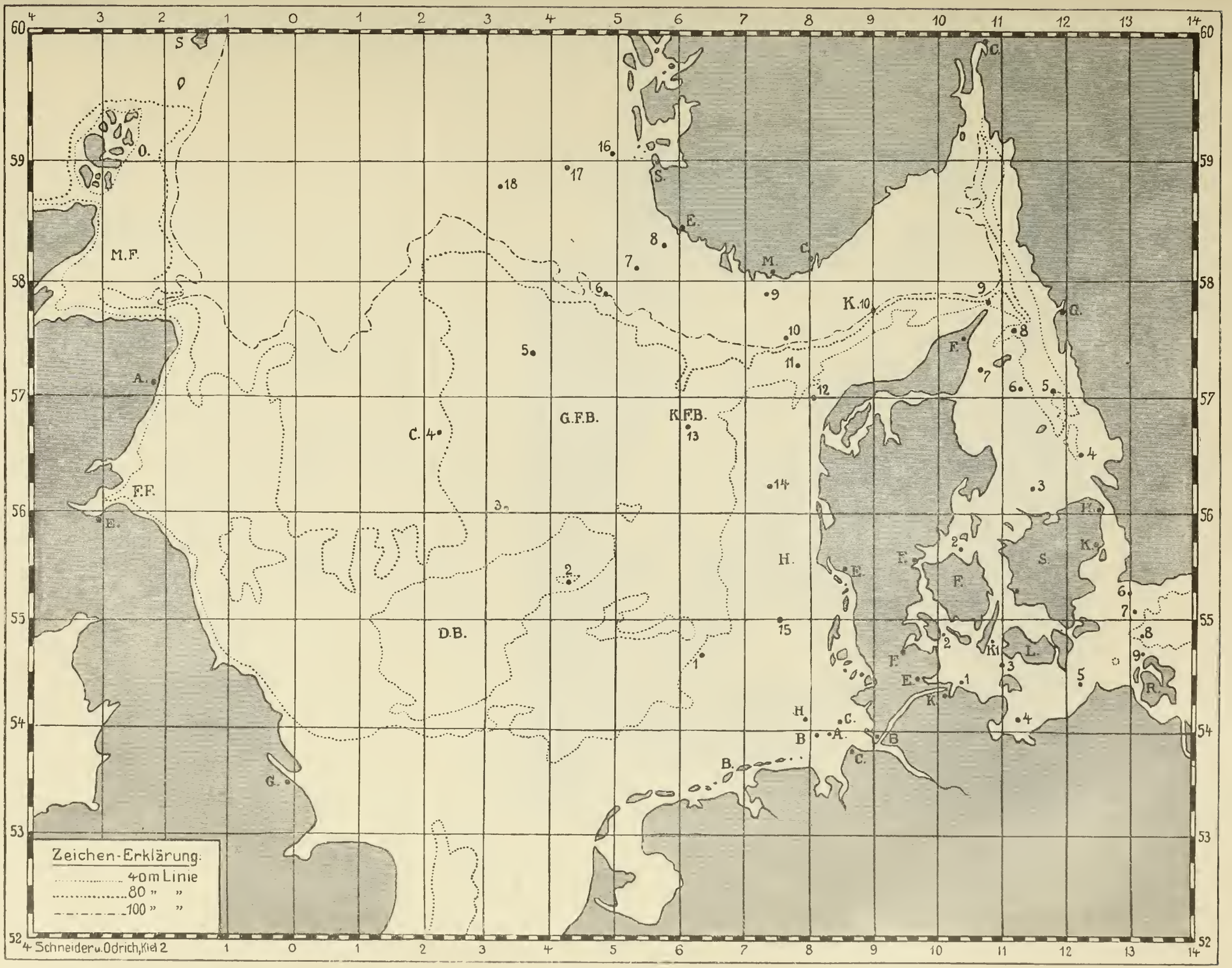

Zeichen-Erklärung:
40m Linie
80 " "
100 " "
M.F.
F.F.
G.F.B.
K.F.B.
D.B.
H.
S.
L.
R.
Schneider u. Odrich, Kiel 2

Tabelle II. Gleichgewicht zwischen Na_2CO_3, $NaHCO_3$ und atmosphärischer Luft bei 25° C. nach Cameron.

Salzmenge g im Liter $Na_2CO_3 + NaHCO_3$	Na_2CO_3 g im Liter	$NaHCO_3$ g im Liter
0,3555	0,0203	0,3352
1,1053	0,1505	0,9548
4,0443	1,1041	2,9402
14,6558	7,0212	7,6346
56,3982	29,8223	26,5759

Daraus berechnet sich:

Alkalinität mg CO_2	Gesamt CO_2 gebunden als Karbonat und Bikarbonat mg	Gesamt CO_2 / Alkalinität	mg OH y bei Fox	ccm CO_2 x—a bei Fox	mg OH / ccm CO_2
96,2	184,0	1,91	74,3	93,6	0,793
312,5	562,5	1,80	241,3	286,3	0,843
1228	1998	1,63	947,9	1015	0,934
4915	6915	1,41	3794	3519	1,078
19340	26300	1,36	14930	13390	1,115

Tabelle III.

Löslichkeit von kohlensaurem Kalk in Kochsalzlösungen im Gleichgewicht mit atmosphärischer Luft 25 ° C.

$Ca(HCO_3)_2$ g im Liter	Na Cl g im Liter	$CaCO_3$ aus I berechnet mg im Liter	Alkalinität ccm CO_2	Alkalinität mg OH
0,1046	0,000	64,6	14,46	21,95
0,1770	9,72	109,3	24,48	37,15
0,2051	21,01	126,7	28,37	43,04
0,2152	30,03	132,9	29,77	45,15
0,2252	50,62	139,1	31,16	47,26
0,2212	69,37	136,7	30,60	46,41
0,2172	98,40	134,2	30,04	45,58
0,1971	147,4	121,7	27,27	41,36
0,1569	234,5	96,9	21,70	32,93
0,1227	262,3	75,8	16,97	25,74

Literaturangaben.

1) v. Bibra, Liebigs Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 77. Seite 90.
2) Guignet und A. Telles, Comptes rendues. Bd. 83. Seite 920.
3) Den Norske Nordhavsexpedition 1876—78. Bd. I. Seite 27.
4) Report of the Exploring voyage of H. M. S. Challenger. Scientific Results Physics and Chemistry. Vol. I.
5) Salm, Zeitschrift für physikalische Chemie. Bd. 57. Seite 471.
6) W. Ringer, Verhandelingen uit het Rijksinstitut voor het Onderzoek der Zee. II. Teil. 1907/8. 3.
7) Kohlrausch und Heydweiller, Wiedemanns Annalen der Physik 1894. Bd. 53. Seite 231.
8) Pettersson, Scott. Geograph. Mag. 1894. p. 295.
9) O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. 1907. Bd. 1. Seite 305.
10) Chas. J. J. Fox, Publication de circonstance du Conseil Permanent International pour l'explocation de la Mer. Nr. 44. Seite 14.
11) Kjeldahl, Zeitschrift für analytische Chemie. Bd. 22. Seite 366.
12) Krauch, Prüfung der chemischen Reagentien.
13) O. Hofmann-Bang, Bull. Geol. Inst. Upsala Vol. 6. p. 101. Zitiert nach F. W. Clarke, The Data of Geochemistry. Seite 81.
14) E. Raben, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Kiel. Bd. 8. Seite 81 u. 277.
15) Henze, Pflügers Archiv. Bd. 123. Seite 487.
16) Raben, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Kiel. Bd. 11. Seite 111.
17) Bodländer, Über die Löslichkeit der Erdalkalikarbonate in kohlensäurehaltigem Wasser. Zeitschrift für physikalische Chemie. Bd. 35. Seite 23.
18) Schloesing, Comptes rendus 74. Seite 1552. Bd. 75. Seite 70.
19) Cameron, Journal of physical Chemistry. Bd. 6. Seite 50.
20) F. K. Cameron, Equilibrium between Carbonates and Bicarbonates in Aqueons Solution. Journal of physical Chemistry. Bd. 5. Seite 537.
21) Abegg, Handbuch der anorganischen Chemie. Bd. II1. Seite 305.
22) Anderson, Proceedings of the Royal Society Edinburgh. Bd. 16. Seite 319.
23) Den Norske Nordhavsexpedition. Bd. I und IX.
24) Ostwald, Handbuch der allgemeinen Chemie. Band II1. Seite 757 und 761.
25) „ „ „ „ „ „ II2. „ 299 „ 301.
26) Clarke, The Data of Geochemistry. Seite 473.
27) W. Ringer, Verhandelingen uit het Rijksinstitut voor het Onderzoek der Zee. I. Teil. 1906 III.
28) Handbuch der Ozeanographie. Bd. 1. Seite 228.
29) Proceedings of the Royal Society Edinburgh. Bd. 15. Seite 316.
30) A. Krogh, Meddelelser om Grönland. Heft 26. Seite 333.
31) Cohen und Raken, Verslagen en Mededeelingen. Afd. Natuurkunde. Kon. Academie van Wetenschappen. IX, 1901. Seite 28—31.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 13.

Dritte Mitteilung

über

quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser.

Von

Dr. E. Raben in Kiel.

1. Stickstoffverbindungen.

Seit meiner zweiten Veröffentlichung 1905 habe ich wieder eine ganze Reihe von Stickstoffbestimmungen im Meerwasser ausgeführt, deren Resultate ich in nachfolgenden Tabellen zusammengestellt habe.

Ein paar ältere Litteraturangaben, die mir inzwischen bekannt geworden, von Autoren, welche früher schon solche Bestimmungen ausführten, füge ich, wie in den vorigen Arbeiten, der Vollständigkeit halber bei, wenngleich dieselben meist nur geschichtlichen Wert haben.

Neuere Arbeiten von Gebbing, Gräf, Ringer und Klingen, W. Biltz und Marcus werde ich weiter unten eingehender besprechen, weil dieselben nach meinen Methoden gearbeitet und dieselben auf ihren Wert geprüft haben.

Audoynaud[1]) hat den Ammoniakgehalt des Meerwassers untersucht. Zur Feststellung des Ammoniaks hat er das Wasser mit Magnesiumoxyd destilliert und das freie Ammoniak mit sehr verdünnter Oxalsäure (10 ccm = 0,0017 g NH_3) titriert. Das Wasser wurde dem Meere bei Palavas bei Montpellier entnommen.

Wasser vom	21.	Mai	1874,	untersucht	1	Tag	später:	0,16	mg	im Liter
„	„	16.	Juni	„	„	1	„	0,27	„	„ „
„	„	21.	„	„	„	4	„	1,19	„	„ „
„	„	26.	„	„	„	2	„	1,22	„	„ „
„	„	11.	Juli	„	„	1	„	0,16	„	„ „
„	„	19.	„	„	„	7	„	0,22	„	„ „

„Die Daten vom 21. und 26. Juni korrespondieren den großen atmosphärischen Störungen, welche die Überschwemmung des Südens herbeiführten. In den drei Tagen des 22., 23. und 24. Juni fielen in Montpellier auf die Hektare 1 Million Liter Wasser, welche mehr als 1 Kilo Ammoniak enthielten."

S. J. Kappel[2]) hat im Nordseewasser Ammoniak nachgewiesen; Methode nicht angegeben.

Marcet[3]) hat Wasser aus der Gegend von Portsmouth auf Ammoniak geprüft. Die betreffende Probe ist von seinem Freunde Barry geschöpft und gleich in Gefäßen von „Wedgwood ware" unter Vorsichtsmaßregeln eingedampft. Aus den Salzrückständen hat er durch Sublimation — das Erhitzen geschah mittelst einer Spirituslampe — Ammonsalz erhalten, dessen Identität er durch Fällen mit Magnesialösung und Phosphorsäure, mit Platinchlorid, mit Silbernitrat und durch Freimachen des Ammoniaks aus dem Sublimat mit Kalilauge mittelst Salzsäuregas — Nebel von Chlorammonium — nachgewiesen hat.

Nitrate hat er im Seewasser nicht nachweisen können.

G. J. Mulder[4]), Gunning und Vlaanderen haben vollständige Analysen des Wassers aus dem Atlantic und der Nordsee gemacht und in 100 Teilen des wasserfreien Salzes dieses Meerwassers, geschöpft bei Scheveningen, 0,13 g NH_3 gefunden.

---

[1]) Liebig und Kopp, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften, herausgegeben von F. Fittica für das Jahr 1875, Seite 169. Comptes rendus 81, Seite 619.

[2]) Liebig und Kopp, Jahresbericht der Chemie, herausgegeben von A. Naumann für das Jahr 1859, Seite 834.

[3]) Philosophical transactions of the Royal Society of London. 1822, Part II, Seite 448. „Some experiments and researches on the saline contents of seawater, undertaken with a view to correct and improve its chemical analysis". By Alexander Marcet.

[4]) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und G. Werther, Band 55, von 1852, Seite 499. „Über das Meerwasser" von G. J. Mulder. (Auszug aus Scheikundige Onderzoekningen, 6te Deel, 1de Stuk.) Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie. 1852.

Robinet und Lefort[1]) haben im Wasser des Roten Meeres bei Suez Spuren von Ammoniak nachgewiesen.

Vierthaler[2]) hat Wasser des Adriatischen Meeres in der Nähe der Küste von Spalato analysiert und in 1000 Teilen 0,0138 Ammoniak gefunden.

Thorpe und Morton[3]) haben vollständige Analysen des Wassers des Irländischen Meeres ausgeführt und sowohl das Ammoniak als auch die Salpetersäure quantitativ bestimmt. Von 5237,7 g Seewasser haben sie zur Bestimmung des Ammoniaks unter Zusatz von chemisch reinem Ätznatron ungefähr 2 Liter abdestilliert. Von diesen wurden bei einer zweiten Destillation 365,78 g aufgefangen, die alles Ammoniak enthielten, und in diesem Destillat wurde das Ammoniak nach Neßlers Verfahren bestimmt. Gefunden haben sie 0,000108 g Ammoniak in 1000 g Wasser.

Zur Bestimmung der Salpetersäure haben sie den in der Retorte gebliebenen Anteil von der ersten Destillation filtriert und mit dem Waschwasser vom Niederschlag auf dem Filter auf ungefähr 20 ccm verdampft. Diese wurden in ein kleines Kölbchen filtriert und zur Verjagung von etwa aus der Luft aufgenommenen Ammoniaks eine Stunde lang mit einem großen Überschuß von Ätznatron gekocht. In der erkalteten Lösung wurde die Salpetersäure mittelst einer Zink-Eisen-Spirale zu Ammoniak reduziert, dasselbe abdestilliert und, wie oben, nach Neßler bestimmt. Gefunden 0,001563 g Salpetersäure in 1000 g Wasser.

J. Booth und A. Muckle[4]) haben im Wasser des Toten Meeres Chlorammonium nachgewiesen, wohingegen ihnen der Nachweis von Salpetersäure nicht mit Sicherheit gelungen ist.

Roux[5]) hat ebenfalls im Wasser des Toten Meeres Chlorammonium nachgewiesen und zwar in 100 Teilen 0,004 Teile NH_4Cl.

Wie aus den Tabellen ersichtlich, sind von November 1905 bis August 1906 eine Anzahl Wasserproben in unvergiftetem, frischem Zustande gleich an Bord destilliert worden und die drei Destillate, welche für die Bestimmung des Ammoniaks, Nitrit + Nitrat und des Gesamtstickstoffs dienen sollten, sofort nach der Fahrt im Laboratorium an Land auf den Gehalt an Stickstoffverbindungen kolorimetrisch geprüft. Gleichzeitig sind von demselben Wasser Proben mitgenommen, mit Sublimat vergiftet und später an Land analysiert worden, um festzustellen, ob das Sublimat etwa einen Einfluß auf die Menge der Stickstoffverbindungen haben kann. Sämtliche vergifteten Wasserproben sind, wie früher beschrieben, analysiert worden, da mir aber die Reduktion der Nitrite und Nitrate nach dreitägigem Stehenlassen mit einem Streifen Aluminiumblech, das auch zur Entfernung des Quecksilberchlorids diente, teilweise nicht ganz vollständig erschien, so habe ich vor der Destillation noch ein Stück Aluminiumamalgam hinzugegeben, um die Reduktion so vollständig wie möglich zu gestalten.

Das Aluminiumamalgam ist ein ideales Reduktionsmittel[6]) und mußte nach meiner Überlegung für Meerwasseranalysen besonders geeignet sein, weil es ein völlig neutrales ist. Das amalgamierte Aluminium bildet ein elektrolytisches Paar, welches Wasser bei gewöhnlicher Temperatur rasch zersetzt[7]). Hergestellt habe ich mir das Amalgam in folgender Weise: Ein Stück Aluminiumblech, zirka 3 cm breit und 5 cm lang, biege ich etwas zusammen, so daß es sich bequem in ein Reagensglas hineinschieben läßt, dann gebe ich soviel 10%ige Natronlauge hinzu, bis das Blech ganz bedeckt ist und erhitze bis zum Kochen, worauf ich zirka 3 ccm reines Quecksilber zugieße und nun kräftig schüttele, bis die ganze Oberfläche des Aluminiums mit einem glänzenden Überzug von Quecksilber versehen ist. Das fertige Amalgam fasse ich

[1]) Comptes rendus, Band 62, Paris 1866, Seite 436 und 437: „Analyse de l'eau de la mer rouge"; par M. M. Robinet et J. Lefort. Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie für das Jahr 1866, Seite 985.

[2]) Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie für das Jahr 1867, Seite 1032. Journal für praktische Chemie, Band 102, Seite 382: „Analyse des Meerwassers an der Küste von Spalato".

[3]) Annalen der Chemie und Pharmazie, Band 158, Jahrg. 1871, Seite 122 u. f. „Über das Wasser des Irländischen Meeres" von Thorpe und Morton. Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie für das Jahr 1870, Seite 1380.

[4]) Liebig und Kopp, Jahresbericht der Chemie für das Jahr 1849, Seite 611, unter „Meerwasser": „Narrative of the United States Expedition to the river Jordan and the Dead Sea"; by W. F. Lynch. Philadelphia 1849.

[5]) Liebig und Kopp, Jahresbericht der Chemie für das Jahr 1863, Seite 885, unter „Meerwasser".

[6]) Lassar-Cohn, Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien. 4. Auflage. 1907. Seite 1150. Wislicenus und Kaufmann, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Band 28, Seite 1323.

[7]) Lassar-Cohn, ibidem. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Band 28, Seite 1505. Cohen und Ormandy.

mit einer sauberen Pinzette und spüle es gut mit Wasser ab, um jede Spur Natronlauge zu entfernen, worauf dasselbe sofort zu dem zu destillierenden Meerwasser gegeben wird.

Das Reduktionsmittel ließ ich sowohl bei den vergifteten Proben als auch bei den an Bord verarbeiteten erst eine Stunde bei schwachem Erhitzen einwirken; alsdann wurde die Flamme vergrößert und nun innerhalb einer Stunde drei Viertel des Kolbeninhalts in die Vorlage abdestilliert. Die Destillate, mit Ausnahme derer, welche für die Bestimmung des fertig vorhandenen Ammoniaks dienten, wurden aus früher[1]) erörterten Gründen, nach Zusatz von Magnesiumoxyd, noch einmal destilliert.

Die Destillation der an Bord frisch geschöpften, nicht vergifteten, gleich verarbeiteten Wasserproben bot auch bei bewegter See keinerlei Schwierigkeiten, jedoch habe ich vorgezogen, die kolorimetrischen Bestimmungen gleich nach beendeter Fahrt an Land vorzunehmen, weil es mir hierzu an Bord an einem geeigneten Raum fehlte. Wenn die an Bord gewonnenen Destillate gut verschlossen und kühl aufbewahrt werden, ist gegen dieses Verfahren auch nichts einzuwenden. Kolorimetriert wurde wieder mit Neßlers Reagens und muß ich hier gleich etwas näher auf die Bereitung desselben eingehen.

Da ich mir ein paarmal ein solches Reagens hergestellt hatte, welches ich nachher als unbrauchbar verwerfen mußte, da es sich sehr wenig empfindlich zeigte, so suchte ich den Fehler in der Herstellungsweise. Hierbei stellte sich denn auch heraus, daß Lösung IV und V — siehe weiter unten — vor dem Erkalten zusammengemischt waren. Um das Reagens möglichst schnell fertigzustellen, hatte ich diese beiden Lösungen noch warm gemischt, denn bei der nun folgenden Herstellung stellte sich heraus, daß man tatsächlich diese beiden Lösungen gut abkühlen muß, bevor man die Mischung vornimmt, wenn man ein brauchbares und sehr empfindliches Reagens erzielen will, anderenfalls man Gefahr läuft, geringe Mengen Ammoniak gänzlich zu übersehen. Ein gutes Reagens erhält man wie folgt; die Mengenverhältnisse sind Tiemann-Gärtner entnommen[2]).

I. 50 g Jodkalium werden in 50 g Wasser gelöst und die Lösung zum Kochen erhitzt.
II. 25 g Quecksilberchlorid und 300 g Wasser werden bis zur Lösung des Sublimats gekocht.
III. Die kochende Lösung Nr. II wird unter Umschütteln in die kochende Lösung Nr. I hineingegossen.
IV. Reaktionsprodukt Nr. III läßt man durch Kühlung mit kaltem Wasser vollständig erkalten.
V. Man löst 150 g reines Kalihydrat in 300 g Wasser und läßt durch Kühlung erkalten.
VI. Man filtriert die Lösung Nr. IV durch ein angefeuchtetes, gehärtetes Filter in die Lösung Nr. V hinein und füllt mit Wasser zu einem Liter auf.

Diese Lösung von Kaliumquecksilberjodid in Kalilauge wird mit Hilfe der Saugpumpe durch ein Asbestfilter filtriert und man erhält nach dieser Vorschrift ein Reagens nach Neßler, welches sich durch große Empfindlichkeit auszeichnet, vorausgesetzt, daß die zu prüfenden Destillate nicht zu kalt sind (am besten Zimmertemperatur).

Ringer und Klingen[3]), denen ich meine Vorschrift brieflich mitgeteilt, bestätigen mir die Güte des auf diese Weise bereiteten Reagens, doch ist die Empfindlichkeit nicht größer als diejenige eines von ihnen hergestellten. Diese Forscher haben nämlich auch beobachtet, daß die Herstellung von Neßlers Reagens auf eine bestimmte Weise ausgeführt werden muß, da man sonst ein Produkt von verschiedener Empfindlichkeit erhält. Auf folgendem Wege stellten sie ein gutes Reagens her: „In 100 ccm wurden 35 g Jodkalium gelöst; dieser Lösung wurde unter Umrühren eine unter Erwärmung erhaltene Lösung — ob diese Lösung ganz abgekühlt wurde oder nicht, zeigte sich gleichgültig — von 16 g Quecksilberchlorid in 300 ccm Wasser zugesetzt, bis ein bleibender Niederschlag entsteht. Weiter werden 200 g reines Kaliumhydroxyd in 600 ccm Wasser gelöst — diese Lösung wurde dann auf Zimmertemperatur abgekühlt — und die Lösung langsam unter Umrühren zu der Kaliumquecksilberjodidlösung gegeben. Nach einigem Stehen bei möglichstem Abschluß der Luft war das Reagens nahezu klar (eine Neigung zur Opaleszenz war meistens vorhanden) und gab mit 100 ccm Wasser, welches 0,01 mg Ammoniak enthielt, eine im Hehner'schen Kolorimeter ziemlich starke Gelbfärbung."

[1]) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 1905, Seite 279.

[2]) Tiemann-Gärtners Handbuch zur Untersuchung und Beurteilung der Wässer. 4. Auflage. 1895.

[3]) Verhandelingen uit het Rijksinstituut voor het onderzoek der Zee. 1907. I. „Über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser".

Bevor ich Ringers Arbeit weiter bespreche, möchte ich einige Analysen erwähnen, die neuerdings im Kieler Laboratorium für internationale Meeresforschung ausgeführt sind und zwar von Gebbing und Gräf.

Eigene Veröffentlichungen von Dr. Gebbing über seine hier im Auftrage der Südpolar-Expedition gemachten Untersuchungen liegen zurzeit noch nicht vor. [Bemerkung; während des Druckes mitgeteilt. „Sind Anfang November 1909 erschienen. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, Band VI. Chemische Untersuchungen von Meeresboden — Meerwasser- und Luftproben, gesammelt von H. Gazert und E. Philippi, bearbeitet von Dr. Gebbing."] Ich kann daher nur berichten, was Dr. Gazert[1]) in seinem Vortrage mitgeteilt hat. Er berichtet hier kurz über die von Gebbing ausgeführten Bestimmungen von Ammoniak, Nitrit und Nitrat, sowie Gesamtstickstoff.

„Das Mittel von 11 Analysen aus dem Eise ergibt

0,24 mg N als NH_3,

0,42 mg N als $NO_2H + NO_3H$,

mithin ein Gesamtgehalt von 0,66 mg im Liter. Im tropischen Atlantischen Ozean war der Stickstoffgehalt wirklich geringer, das Mittel aus dem wärmsten Teil von 25—27° betrug N als NH_3 0,14, $NO_2H + NO_3H$ 0,16, mithin der Gesamt N 0,3 mg im Liter." Persönlich habe ich von Gebbing erfahren, daß nach seinen Analysen in den aus größeren Tiefen stammenden Wasserproben reichlicher Nitrat-Stickstoff vorhanden ist, als in Wasser, welches geringerer Tiefe oder der Oberfläche entstammt.

Gräf[2]) hat auf der Reise S. M. S. „Planet" nach meinen Methoden Wasserproben analysiert und folgende Resultate erhalten:

Datum	Position		Schöpftiefe	Milligramm im Liter		
				Ammoniak als	Nitrit + Nitrat als	Gesamt
	N. B.	W. L.	m	N	N	N
1906 Januar 18 . .	41° 19′	11° 31′	0	0,0073	0,0404	0,045
1906 März 5 . . .	4° 3′	6° 13′	0	0,0367	0,242	0,27
.	.	.	400	0,328	0,164	0,46
.	.	.	800	0,187	0,58	0,77

Die Ausführung weiterer Analysen an Bord hat er aufgeben müssen, weil es ihm nicht möglich war, daselbst ein für diese Zwecke einwandfreies destilliertes Wasser herzustellen. Deshalb hat er eine große Anzahl Wasserproben von den verschiedensten Gegenden in konserviertem (mit $HgCl_2$ vergifteten) Zustande in Flaschen mit eingeschliffenem Glasstöpsel aufgehoben und im hiesigen Laboratorium untersucht. Diese Untersuchungen sind von ihm mit ganz besonderer Hingabe und Sorgfalt ausgeführt worden, doch kann ich, da die Resultate im Druck noch nicht vorliegen, nichts Eingehendes darüber sagen. Hervorheben kann ich nur, daß Gräf ebenso wie Gebbing in den Wasserproben, welche aus größerer Tiefe stammten, reichlichere Mengen von Nitraten gefunden hat.

Nathansohn[3]) meint, meine Untersuchungen seien für seinen Zweck mit einem Mangel behaftet, weil dieselben an unfiltriertem Wasser angestellt sind, und er ist der Ansicht, daß eine Filtration nötig ist, „wenn auch mit Sicherheit hervorgeht, daß das Abuminoidammoniak zum größten Teil nicht aus dem Plankton stammt". Das von ihm untersuchte Wasser hat er durch ein dichtes Faltenfilter filtriert und nach Abdestillation des fertig vorhandenen Ammoniaks nach Wanklyn, Chapman und Smith mit alkalischer Permanganatlösung oxydiert, im übrigen hat er nach meinen früheren Angaben gearbeitet.

[1]) Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903. Vorläufige wissenschaftliche Ergebnisse, berichtet auf dem XV. Deutschen Geographentag zu Danzig am 13. Juni 1905. 3. Mitteilungen über das Vorkommen und die Tätigkeit der Bakterien im Meere. Von Dr. H. Gazert in Berlin.

[2]) Kaiserliche Marine, Deutsche Seewarte. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Zeitschrift für Seefahrt und Meereskunde. 34. Jahrgang, 1906, Heft 8. „Die Forschungsreise S. M. S. „Planet"." Seite 361 u. f. XIV. Biologisch-bakteriologische Arbeiten S. M. S. „Planet", bearbeitet durch Marine-Stabsarzt Dr. Gräf.

[3]) Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Leipzig 1908, Seite 37 u. f. I. Über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. Von Alex Nathansohn.

Unfiltriertes Wasser hat er in derselben Weise behandelt und folgendes Ergebnis erhalten:

Mittelmeerwasser.

Nr.	Datum März	Tiefe m	Behandlung des Wassers	Freies NH_3	NH_3 aus $NO_2 + NO_3$	Albuminoid-NH_3
1 a	15	5	filtriert	0,024	0,000	0,134
1 b	15	5	nicht „	0,029	. . . .	139
2 a	15	35	„	0,031	. . . .	105
2 b	15	35	nicht „	0,026	0,005	127
3 a	27	5	„	0,0175	0,000	136
3 b	27	5	nicht „	0,016	. . . .	135
4	15	5	„	0,025	0,009	217
5	15	15	„	0,025	0,006	175

Seine Schlußfolgerungen aus der Menge des Albuminoidammoniaks kommen hier nicht in Betracht. Den größeren Gehalt der Nord- und Ostsee an Nitrit- und Nitrat-Verbindungen führt er auf die Vermutung zurück, daß die großen Ströme, die die norddeutsche Tiefebene durchfließen, sich reichlicher mit Salpetersäure beladen und dem Meere größere Quantitäten zuführen, wie schon früher von Brandt[1]) gezeigt wurde.

W. Biltz[2]) hat Salze der Kalisalzlagerstätten im Harz unter Berücksichtigung und Prüfung meiner Arbeitsmethoden auf spurenweise vorkommende Stickstoffverbindungen untersucht und berichtet in seiner Abhandlung über den Befund.

Die Verfasser haben, um die Ammoniakbestimmung zu kontrollieren, eine Chlorammoniumlösung von bekanntem Gehalt mit destilliertem Wasser auf 150 ccm verdünnt und das Ammoniak, wie beim Meerwasser üblich, abdestilliert. Nach Prüfung des Destillats mit Neßlers Reagens, das, wie ich oben beschrieben, hergestellt war, fanden sie von zugesetzten 0,02 mg NH_3 0,019 wieder; bei einem zweiten Versuch statt der zugesetzten 0,04 mg 0,041 mg NH_3. Beobachtet wurde, nachdem das Neßler'sche Reagens 25 Minuten eingewirkt hatte und zum kolorimetrischen Vergleich diente, ein Kolorimeter von Krüß mit einem Lummer- und Brodhun'schen Prismenpaar.

Das Nitrit haben die Verfasser in derselben Weise ausgeführt, wie ich es in meiner ersten Abhandlung beschrieben. Sie haben ohne Verlust 0,01 mg N_2O_3 nach dem Abdestillieren mit Essigsäure im Destillate wiedergefunden. Ferner haben sie gezeigt, daß 0,005 mg N_2O_3 nachweisbar, aber nicht bestimmbar sind. Als Reagens benutzten sie auch Metaphenylendiamin und beobachteten nach 2 Stunden Reaktionsdauer.

Der quantitative Nachweis von Nitrat durch Reduktion mittelst Natriumamalgam ist, wie bei Ringer und Klingen, nicht gelungen; Biltz hat von den zugesetzten Mengen nur ein Drittel wiedergefunden. Er hat daher bekannte Nitratmengen unter ganz denselben Bedingungen, wie bei den zu bestimmenden, reduziert und die für die unbekannten, gefundenen Gehalte in dem aus den Parallelversuchen ermittelten Verhältnisse von angewandt zu gefunden vergrößert.

Von besonderem biologischen Interesse ist bei seinen Analysen die Auffindung von Nitrat in den mittleren Salztonschichten von Vienenburg, weil diese die einzigen sind, in denen man Versteinerungen entdeckt hat.

Aus meinen Kontrollanalysen, welche ich in der ersten Abhandlung[3]) angeführt, ergibt sich als Mittel aus 20 Bestimmungen — Reduktion des Nitrats zu NH_3 — eine Differenz von $\pm$ 31% zwischen zugesetztem und gefundenem.

[1]) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der biologischen Anstalt auf Helgoland. Abteilung Kiel. Neue Folge. Band 4. 1899. „Über den Stoffwechsel im Meere". Von Prof. Dr. K. Brandt. Seite 230.

[2]) Zeitschrift für anorganische Chemie. 1909. Band 62, Seite 183 u. f. Über das Vorkommen von Ammoniak und Nitrat in den Kalisalzlagerstätten. Von W. Biltz und E. Marcus.

[3]) Diese Berichte. Band 8. 1904. Seite 92.

Ringer und Klingen[1]) haben eine große Anzahl von Stickstoffbestimmungen ausgeführt unter Anwendung der von mir gebrauchten Apparate und Methoden. Als sie in einer Trinkwasserprobe den Ammoniakgehalt bestimmen wollten, erstens durch Abdestillieren mit Magnesiumoxyd, zweitens direkt — natürlich nach Ausfällung der Kalzium- und Magnesium-Verbindungen — fanden sie auf dem letzteren Wege bedeutend mehr Ammoniak[2]). Auf die Art der letzteren Bestimmungsweise gehe ich nicht näher ein, weil eine Anwendung der sogenannten direkten Methode nach meinem Dafürhalten absolut ausgeschlossen ist, wenigstens bei Analysen von Meerwasser. Auf Grund der Befunde nach letzterer Methode haben Ringer und Klingen sich bemüht, die von mir angewandten Methoden auf ihre Zuverlässigkeit nachzuprüfen, und zwar in Anwendung auf destilliertem Wasser, gewöhnlichem Leitungswasser und Meerwasser von verschiedenem Salzgehalt.

Die Ergebnisse von den Proben, die auf den holländischen Terminfahrten geschöpft sind, stimmen mit Bezug auf den Ammoniakgehalt mit den von mir gefundenen Werten überein. Nitrite und Nitrate haben sie auch in vielen dieser Proben bestimmt, doch haben sie die Resultate nicht mitgeteilt, weil sie weniger zuverlässig sind.

Mittelmeer.

1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11		12
Nr.	Datum	Gelotete Tiefe	Schöpftiefe	Gegend	Position		Ammoniak als	Nitrit + Nitrat als	Gesamt	Rubrik 7+8	Differenz		Bemerkungen.
		m	m		N. B.	Ö. L.	N	N	N			%	
	1904						Milligramm im Liter						
I	Nov. 3		0	Adriatisches Meer	43° 45,5′	14° 9′	0,074	0,156	0,199	0,230	+31	15	Die für die Analyse entnommene Wassermenge ist vorsichtig vom Bodensatz abpipettiert.
II	„ 19		0	Griechischer Archipel	38° 33′	25° 17,3′	0,037	159	187	196	+ 9	5	
III	Dez. 20		0	Marmara-Meer	40° 47′	27° 40′	0,121	114	206	235	+29	14	
IV	„ 23		0	Östliches Mittelmeer	32° 30′	29° 20′	099	132	237	231	— 6	3	
	1905												
V	Jan. 2		0	„	33° 36,5′	25° 37′	078	091	159	169	+10	6	
VI	„ 3		0	„	34° 37′	22° 5′	091	115	194	206	+12	6	
VII	„ 5		0	„	36° 40′	17° 25′	121	012	136	133	− 3	2	
VIII	„ 31		0	Westliches Mittelmeer	38° 21′	10° 40′	109	082	154	191	+37	24	
IX	Febr. 16		0	„	39° 30′	3° 50′	079	166	210	245	+35	16	
X			0	„	37° 25,5′	0° 5′	047	110	146	157	+11	7	
												10	

[1]) Verhandelingen uit het Rijksinstituut voor het onderzoek der Zee. Tweede Deel. 1907—1908. I. W. E. Ringer und Frl. J. M. P. Klingen, „Über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser".

[2]) Es kommen hier in Betracht: Die Reinheit des Fällungsmittels, Natriumhydroxyd + Natriumcarbonat — es können Spuren von Magnesiumverbindungen gelöst oder suspendiert bleiben —, Neßlers Reagens reagiert auch mit anderen Verbindungen; siehe Archiv für Pharmazie. 1906. Band 244, Seite 373.

Wasserproben von Herrn Leutnant Heynacher mitgebracht.

Fahrt des Schulschiffes „Sophie Charlotte“ vom N.-D. Lloyd.

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10		11
Nr.	Position B.	Position L.	Datum	Temperatur des geschöpften Wassers	Schöpftiefe	Ammoniak als N	Nitrit + Nitrat als N	Gesamt N	Rubrik 6+7	Differenz	%	Bemerkungen.
			1904			Milligramm im Liter						Bodensatz.
1	48° 41′ S	61° 43′ W	24. 9.	5,8° C.	0 m	0,057	0,237	0,284	294	+10	4	
2	55° 45′ S	75° 57′ W	1. 10.	5°	„	0,051	0,255	0,308	306	− 2	1	Die Wasserproben sind durch ammoniakfreie Filter filtriert.
3	45° 54′ S	85° 0′ W	8. 10.	7,4°	„	0,050	0,255	0,284	305	+21	8	
4	10° 0′ S	113° 50′ W	25. 10.	24°	„	0,048	0,118	0,142	166	+24	17	
5	4° 27′ S	120° 20′ W	28. 10.	24,8°	„	0,053	0,122	0,179	175	− 4	2	
6	7° 3′ N	130° 57′ W	3. 11.	28°	„	0,049	0,051	0,087	100	+13	15	
7	13° 0′ N	134° 26′ W	8. 11.	27,6°	„	0,055	0,026	0,078	81	+ 3	4	
8	18° 0′ N	148° 14′ W	13. 11.	23,6°	„	0,053	0,025	0,076	78	+ 2	3	
9	20° 7′ N	154° 30′ W	15. 11.	24°	„	0,044	0,031	0,069	75	+ 6	9	
10	5° 57′ S	177° 45′ W	20. 12.	29°	„	0,047	0,046	0,105	93	− 8	8	
11	16° 45′ S	172° 5′ O	29. 12.	27,3°	„	0,049	0,121	0,163	170	+ 7	4	
			1905									
12	28° 13′ S	164° 57′ O	4. 1.	22,8°	„	0,054	0,042	0,095	96	+ 1	1	
13	51° 14′ S	179° 12′ O	24. 2.	11°	„	0,061	0,021	0,071	82	+11	15	
14	51° 29′ S	151° 02′ W	2. 3.	19,5° ?	„	0,064	0,045	0,117	109	− 8	9	
15	54° 44′ S	90° 29′ W	11. 3.	7,6°	„	0,066	0,085	0,156	151	− 5	8	
											7	

Ostsee. Februar 1905.

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Station	Gelotete Tiefe m	Schöpftiefe m	Ammoniak als N	Nitrit + Nitrat als N	Gesamt N	Rubrik 4+5	Differenz	%	Bemerkungen.
			Milligramm im Liter						
1	19	0	0,050	0,083	0,110	0,133	+23	21	
		17,5	045	164	187	209	+22	12	
2	34	0	038	083	105	121	+16	15	
3	30,5	0	048	102	135	150	+15	11	
4	22	0	049	094	133	143	+10	8	
5	26	0	044	066	123	110	−13	11	
6	30,5	0	049	072	112	121	+ 9	8	
7	39	0	060	086	143	146	+ 3	2	
9	35	0	049	077	121	126	+ 5	4	
10	59	0	042	089	129	131	+ 2	2	
11	72	0	044	161	199	205	+ 6	3	
12	107	0	037	121	151	158	+ 7	5	
		105	040	165	200	205	+ 5	3	
13	66	0	042	114	137	156	+19	14	
S 4	96	0	030	132	140	162	+22	16	
								9	

Ostsee. Mai 1905.

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Station	Gelotete Tiefe m	Schöpftiefe m	Ammoniak als N	Nitrit + Nitrat als N	Gesamt N	Rubrik 4+5	Differenz	%	Bemerkungen.
			Milligramm im Liter						
1	19,5	0	0,053	0,096	0,145	0,149	+ 4	3	
1		19	086	130	206	216	+10	5	
2	34	0	070	142	197	212	+15	8	
3	36	0	088	116	226	204	− 22	10	
4	24,5	0	076	117	190	193	+ 3	2	
5	28	0	069	123	182	192	+10	5	
6a	30	0	060	128	183	188	+ 5	3	
7a	40	0	059	131	194	190	− 4	2	
8a	47	0	070	121	189	191	+ 2	1	
9a	34	0	052	117	205	169	−36	18	
10	60	0	049	127	179	176	− 3	2	
11	81	0	062	130	199	192	− 7	4	
12	108	0	070	127	191	197	+ 6	3	
12		108	063	145	203	208	+ 5	3	
13	69	0	069	140	197	209	+12	6	
								5	

Ostsee. August 1905.

1 Station	2 Gelotete Tiefe m	3 Schöpftiefe m	4 Ammoniak als N	5 Nitrit + Nitrat als N	6 Gesamt N	7 Rubrik 4+5	8 Differenz		9 Bemerkungen.
			Milligramm im Liter					%	
1	20	0	0,057	0,091	0,193	0,148	−45	23	
1	—	19	081	092	140	173	+33	24	
2	31,5	0	063	086	119	149	+30	25	
3	34	0	063	098	129	161	+32	25	
4	24	0	054	077	123	131	+ 8	6	
5	29	0	120	105	127	125	− 2	2	
6	28	0	067	061	124	128	+ 4	3	
7	38	0	063	100	127	163	+36	28	
8	44	0	058	088	160	146	− 14	9	
9	35	0	060	071	165	131	− 34	20	
10	61	0	060	103	130	163	+33	25	
11	68	0	044	084	126	128	+ 2	2	
12	110	0	053	076	140	129	−21	15	
12	—	109	058	115	190	173	− 17	9	
13	61	0	058	080	161	138	−23	14	
S 4	96	0	114	074	123	188	+65	52	
								18	

Ostsee. November 1905. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter					
1	19,5	0	0,127	0,077	0,164	0,204	+40	24
2	33	0	096	078	149	174	+25	17
4	23	0	116	085	155	201	+47	30
5	27	0	084	076	147	160	+13	9
6	29	0	084	072	143	156	+13	9
8	46	0	112	092	164	204	+40	24
10	60	0	091	133	148	224	+76	51
11	68	0	085	078	144	163	+19	13
12	105	0	082	093	153	175	+22	14
13	57	0	086	107	165	193	+28	17
Gotl.-Tiefe	220	0	111	096	191	207	+16	8
								22

Ostsee. Februar 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter					
1	20	0	0,104	0,095	0,162	0,199	+37	23
2	34	0	074	086	142	160	+18	13
3	34	0	071	079	138	150	+12	9
4	23	0	082	077	147	159	+12	8
5	29	0	061	082	126	143	+17	13
6	30,5	0	064	091	131	155	+24	18
7	34	0	070	094	156	164	+ 8	5
8	44	0	084	088	163	172	+ 9	6
9	35	0	091	074	154	165	+11	7
10	66	0	087	078	160	165	+ 5	3
11	70	0	078	081	153	159	+ 6	4
12	104	0	097	094	177	191	+14	8
13	51	0	086	089	159	175	+16	10
								10

Ostsee. Mai 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

1 Station	2 Gelotete Tiefe m	3 Schöpftiefe m	4 Ammoniak als N	5 Nitrit + Nitrat als N	6 Gesamt N	7 Rubrik 4+5	8 Differenz		9 Bemerkungen.
			Milligramm im Liter					%	
1	20	0	0,091	0,104	0,188	0,195	+ 7	4	Einige Destillate reagierten, trotzdem dieselben zweimal destilliert waren, etwas trübe mit Neßlers Reagens.
2	33,5	0	062	092	170	154	−16	10	
3	34,5	0	068	095	149	163	+14	10	
4	24	0	071	087	145	158	+13	9	
5	27	0	069	101	159	170	+11	7	
6	26	0	067	100	149	167	+18	12	
7	39	0	072	091	151	163	+12	8	
8	45	0	081	088	182	169	−13	7	
9	33,5	0	084	087	177	171	− 6	4	
10	62	0	079	098	153	177	+24	16	
11	69	0	064	089	151	153	+ 2	1	
12	106	0	082	086	148	168	+20	14	
13	72	0	070	094	150	164	+14	9	
S 4	95	0	072	110	194	182	−12	6	
								8	

Ostsee. August 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter					
1	20	0	0,116	0,099	0,188	0,215	+27	14
2	34	0	100	084	152	184	+32	21
3	34,5	0	084	078	147	162	+15	10
4	24	0	088	076	147	164	+17	12
5	30	0	090	080	159	170	+11	7
6	28,5	0	087	077	144	164	+20	14
7	37	0	079	082	146	161	+15	10
8	44	0	094	077	158	171	+13	8
9	34	0	092	072	160	164	+ 4	3
10	60	0	100	098	171	198	+27	16
11	79	0	104	079	170	183	+ 7	4
12	107	0	098	082	159	180	+21	13
S 4	96	0	098	074	154	172	+18	12
								11

Ostsee. November 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter					
1	20	0	0,092	0,071	0,142	0,163	+21	15
2	34	0	079	068	131	146	+15	11
3	34,5	0	067	092	134	159	+25	19
4	20	0	066	082	129	148	+19	15
5	27	0	070	079	135	149	+14	10
6	28,5	0	058	088	121	146	+25	20
7	40	0	061	090	133	151	+18	13
8	44	0	071	086	124	157	+33	27
9	31	0	055	095	119	150	+31	26
10	60	0	062	094	122	156	+34	28
11	72	0	057	090	117	147	+30	26
12	106	0	049	087	120	136	+16	14
13	68	0	052	100	138	152	+14	10
S 4	95	0	061	124	161	185	+24	15
								18

Ostsee. Februar 1907. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

1 Station	2 Gelotete Tiefe m	3 Schöpftiefe m	4 Ammoniak als N	5 Nitrit + Nitrat als N	6 Gesamt N	7 Rubrik 4+5	8 Differenz		9 Bemerkungen.
			Milligramm im Liter					%	
1	20	0	0,052	0,129	0,140	0,181	+41	29	
2	35	0	049	101	131	150	+19	15	
3	32	0	047	097	115	144	+29	25	
4	23	0	051	092	114	143	+29	25	
5	27,5	0	037	110	120	147	+27	22	
6	29	0	054	104	122	158	+36	29	
8	44	0	048	093	117	141	+24	21	
9	35	0	047	099	118	146	+28	24	
10	58	0	050	087	125	137	+12	10	
11	74	0	034	114	119	148	+29	24	
12	105	0	031	109	119	140	+21	18	
13	51	0	045	102	124	147	+23	19	
S 4	93	0	041	127	131	168	+37	28	
								22	

Nordsee. Februar 1905.

			Milligramm im Liter						
1	40	0	0,099	0,176	0,241	0,275	+34	14	
		38	083	164	207	247	+40	20	
2	46	0	—	—	—	—	—	—	Gefäß während des Transports zertrümmert.
3	72	0	049	171	188	220	+32	12	
4	83	0	064	203	242	267	+15	6	
		81	065	162	203	227	+24	12	
5	65	0	065	185	227	250	+23	10	
6	98	0	038	200	235	238	+ 3	1	
7	269	0	038	199	211	237	+26	12	
		265	038	224	228	262	+34	15	
8	328	0	065	179	219	244	+25	11	
9	470	0	040	209	228	249	+21	9	
10	228	0	042	241	230	283	+53	23	
11	57	0	053	184	223	237	+14	6	
12	29	0	056	258	233	314	+81	34	
13	53	0	061	230	266	291	+25	10	
14	33	0	077	183	201	260	+59	29	
15	22	0	110	194	349	304	−45	13	
α		0	218	868	1,122	1,086	−36	3	α: Elbe vor Cuxhaven 12. II. 05 12½ h. a. Ebbe.
								13	

Nordsee. Mai 1905.

1 Station	2 Gelotete Tiefe m	3 Schöpftiefe m	4 Ammoniak als N	5 Nitrit + Nitrat als N	6 Gesamt N	7 Rubrik 4+5	8 Differenz		9 Bemerkungen.
			Milligramm im Liter					%	
1	40	0	0,082	0,095	0,164	0,177	+13	8	
		39	081	142	241	223	−18	7	
2	75	0	082	116	168	198	+30	18	
3	70	0	091	120	179	211	+32	18	
4	84	0	082	114	216	196	−20	9	
		82	086	161	227	247	+20	9	
5	62	0	085	098	177	183	+ 6	3	
6	104	0	091	121	202	212	+10	5	
7	300	0	080	100	159	180	+21	13	
		295	098	169	247	267	+20	8	
8	338	0	087	096	180	183	+ 3	2	
9	448	0	094	112	191	206	+15	8	
10	207	0	101	121	209	222	+13	7	
11	57	0	111	137	221	248	+27	12	
12	31	0	124	105	237	229	− 8	3	
13	47	0	099	149	259	248	−11	4	
14	31	0	087	127	198	214	+16	8	
15	21	0	094	141	221	235	+14	6	

Nordsee. August 1905.

			Milligramm im Liter						
1	41	0	0,081	0,079	0,187	0,160	−27	14	
		39	074	090	147	164	+17	12	
2	45	0	061	082	158	143	−15	10	
3	71	0	058	087	151	145	− 6	4	
4	82	0	049	088	117	137	+20	17	
		80	070	091	147	161	+14	10	
5	68	0	064	077	168	141	−27	16	
6	101	0	062	085	142	147	+ 5	4	
7	282	0	058	079	125	137	+12	10	
8	332	0	052	080	151	132	−19	13	
9	452	0	064	098	136	162	+26	19	
10	232	0	064	099	178	163	−15	8	
11	65	0	059	089	170	148	−22	13	
12	30	0	047	101	143	148	+ 5	4	
13	50	0	059	098	131	157	+26	20	
14	29	0	077	086	184	163	−21	11	
15	27	0	070	087	169	157	−12	7	
β		0	098	349	482	447	−35	7	Elbe bei Brunsbüttel 11. 8. 05. 3½ h. p.

Nordsee. November 1905. Nicht vergiftet, an Bord frisch destilliert.

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Station	Gelotete Tiefe	Schöpftiefe	Ammoniak als	Nitrit + Nitrat als	Gesamt	Rubrik 4+5	Differenz		Bemerkungen.
	m	m	N	N	N			%	
			Milligramm im Liter						
1	42	0	0,073	0,085	0,126	0,158	+32	25	
2	44	0	071	082	113	153	+40	35	
3	70	0	080	089	149	169	+20	13	
4	81	0	076	097	126	173	+47	37	
5	64	0	067	091	110	158	+48	43	
6	100	0	067	087	116	154	+38	32	
7	285	0	078	087	146	165	+19	13	
8	335	0	068	086	144	154	+10	7	
9	490	0	062	092	164	154	−10	6	
10	198	0	067	088	135	155	+20	14	
11	53	0	064	093	153	157	+ 4	3	
12	33	0	063	091	139	154	+15	10	
13	50	0	063	074	127	137	+10	8	
15	29	0	059	087	158	146	−12	8	

Nordsee. Februar 1906. Nicht vergiftet, an Bord frisch destilliert.

			Milligramm im Liter						
1	40	0	0,074	0,078	0,117	0,152	+40	34	
2	45,5	0	066	096	135	162	+27	20	
3	70	0	061	077	154	138	−16	10	
4	85	0	056	083	136	139	+ 3	2	
5	66	0	061	083	141	144	+ 3	2	
6	100	0	065	095	150	160	+10	7	
7	306	0	066	090	150	156	+ 6	4	
8	340	0	062	085	155	147	− 8	5	
9	451	0	067	076	142	143	+ 1	0	
10	220	0	060	084	152	144	− 8	5	
11	58	0	067	096	151	163	+12	8	
12	34	0	060	101	148	161	+13	9	
13	49	0	061	084	150	145	− 5	3	
14	32	0	062	099	153	161	+ 8	5	
15	25	0	098	093	160	191	+31	19	

Nordsee. Mai 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter						
1	41	0	0,080	0,077	0,148	0,157	+ 9	6	
2	46	0	074	084	174	158	−16	9	
3	73	0	078	091	141	169	+28	20	
4	83	0	069	086	172	155	−17	10	
5	62	0	072	076	135	148	+13	10	
6	98	0	081	078	167	159	8	5	
7	259	0	082	078	145	160	+15	11	
8	330	0	078	082	151	160	+ 9	6	
9	418	0	067	091	169	158	−11	7	
10	213	0	076	090	186	166	−20	11	
11	57	0	076	094	158	170	+12	10	
12	30	0	084	100	168	184	+16	10	
13	52	0	086	100	170	186	+16	10	
14	32	0	077	098	151	175	+24	16	
15	28,5	0	076	089	157	165	+ 8	5	

Nordsee. August 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

1	2	3	4	5	6	7	8		9
Station	Gelotete Tiefe	Schöpftiefe	Ammoniak als	Nitrit + Nitrat als	Gesamt	Rubrik 4+5	Differenz		Bemerkungen.
	m	m	N	N	N			%	
			Milligramm im Liter						
1	41	0	0,061	0,079	0,149	0,140	− 9	6	
2	45	0	054	084	153	138	−15	10	
3	70	0	054	088	140	142	+ 2	1	
4	84	0	056	098	168	154	−14	8	
5	64	0	049	094	131	143	+12	9	
6	100	0	047	091	142	138	− 4	3	
7	290	0	058	087	165	145	−20	12	
8	330	0	055	092	129	147	+18	14	
9	420	0	062	089	143	151	+ 8	6	
10	219	0	064	092	137	156	+19	14	
11	56	0	066	108	151	174	+23	15	
12	28	0	070	112	160	182	+22	14	
15	30	0	057	100	138	157	+19	14	

Nordsee. November 1906. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.

			Milligramm im Liter						
1	41	0	0,076	0,091	0,141	0,167	+26	18	
2	45	0	048	098	124	146	+22	18	
3	71	0	062	087	138	149	+11	8	
4	83	0	055	079	119	134	+15	13	
6	101	0	056	085	124	141	+17	14	
7	296	0	059	076	121	135	+14	12	
8	341	0	081	068	132	149	+17	13	
9	470	0	074	069	138	143	+15	11	
10	211	0	058	092	141	150	+ 9	6	
11	58	0	061	094	137	155	+18	13	
12	32	0	064	110	159	174	+15	10	
13	51	0	057	088	127	145	+18	14	
14	30	0	070	091	140	161	+21	15	
15	27,5	0	084	095	152	179	+22	15	

Von den nicht vergifteten, an Bord frisch destillierten Wasserproben, sowie dieselben Proben vergiftet und später im Laboratorium an Land untersucht, habe ich die Resultate nebeneinander aufgeführt und man ersieht hieraus, daß das Sublimat keine nachweisbare Wirkung auf die Stickstoffverbindungen hat. Wenn auch zum Teil größere Differenzen vorkommen, so liegen dieselben doch innerhalb der Fehlergrenzen der angewandten Methoden.

Ferner habe ich noch einige Analysen von Seewasser ausgeführt, zu welchem größere Volumina Plankton gegeben waren, doch scheint mir die Anzahl der Versuche nicht hinreichend zu sein, um die Resultate an dieser Stelle zu veröffentlichen.

Ostsee. November 1905.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im September 1906 untersucht.

Station	Ammoniak als N		Gesamt N		Bemerkungen.
	a.	b.	a.	b.	
	Milligramm im Liter				
1	0,127	0,071	0,164	0,117	
2	096	097	149	199	
4	116	115	155	143	
5	084	089	147	156	
6	084	077	143	187	
8	112	082	164	178	
10	091	082	148	159	
11	085	092	144	165	
12	082	087	153	138	
13	086	082	165	184	
G	111	089	191	184	Gotlandtiefe
	1074	963	1723	1810	
Mittel	0,098	0,088	0,157	0,164	

Ostsee. Februar 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Oktober 1906 analysiert.

	Milligramm im Liter				
1	0,104	0,101	0,162	0,158	
2	074	092	142	220	
3	071	082	138	157	
4	082	085	147	158	
5	061	101	126	124	
6	064	072	131	187	
7	070	068	156	140	
8	084	116	163	169	
9	091	095	154	131	
10	087	074	160	177	
11	078	074	153	137	
12	097	076	177	161	
13	086	051	159	126	
	1049	1087	1968	2045	
Mittel	0,081	0,084	0,152	0,157	

Ostsee. Mai 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im April 1907 untersucht.

Station	Ammoniak als N		Gesamt N		Bemerkungen.
	a.	b.	a.	b.	
	Milligramm im Liter				
1	0,091	0,032	0,188	0,159	
2	062	044	170	105	
3	068	040	149	167	
4	071	037	145	118	
5	069	041	159	285	
6	067	032	149	180	
7	072	033	151	137	
8	081	032	182	131	
9	084	039	177	180	
10	079	032	153	130	
11	064	034	151	164	
12	082	037	148	105	
13	070	033	150	143	
S 4	072	034	194	143	Schwedische Station 4
	1032	500	2266	2147	
Mittel	0,074	0,036	0,162	0,153	

Ostsee. August 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Juni 1907 untersucht.

	Milligramm im Liter				
1	0,116	0,066	0,188	0,213	
2	100	055	152	200	
3	084	041	147	152	
4	088	060	147	104	
5	090	044	159	139	
6	087	047	144	121	
7	079	055	146	147	
8	094	050	158	159	
9	092	056	160	145	
10	100	060	171	182	
11	104	060	170	145	
12	098	059	159	147	
S 4	098	061	154	169	Schwedische Station 4
	1230	714	2055	2023	
Mittel	0,095	0,055	0,158	0,156	

Nordsee. November 1905.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Oktober 1906 untersucht.

Station	Ammoniak als N		Gesamt N		Bemerkungen.
	a.	b.	a.	b.	
	Milligramm im Liter				
1	0,073	0,092	0,126	0,127	
2	071	064	113	121	
3	080	070	149	190	
4	076	073	126	124	
5	067	096	110	114	
6	067	076	116	140	
7	078	099	146	124	
8	068	082	144	136	
9	062	070	164	134	
10	067	075	135	129	
11	064	069	153	137	
12	063	064	139	136	
13	063	088	127	134	
15	059	089	158	133	
	938	1107	1906	1879	
Mittel	0,068	0,079	0,136	0,134	

Nordsee. Februar 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Dezember 1906 untersucht.

	Milligramm im Liter				
1	0,074	0,089	0,117	0,149	
2	066	066	135	141	
3	061	054	154	161	
4	056	072	136	129	
5	061	068	141	132	
6	065	075	150	158	
7	066	080	150	177	
8	062	077	155	166	
9	067	062	142	159	
10	060	051	152	149	
11	067	058	151	160	
12	060	077	148	137	
13	061	069	150	186	
14	062	068	153	149	
15	098	091	160	171	
	986	1057	2192	2324	
Mittel	0,066	0,070	0,146	0,155	

Nordsee. Mai 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Mai 1907 untersucht.

Station	Ammoniak als N		Gesamt N		Bemerkungen.
	a.	b.	a.	b.	
	Milligramm im Liter				
1	0,080	0,103	0,148	0,143	
2	074	071	174	137	
3	078	085	141	147	
4	069	071	172	136	
5	072	063	135	137	
6	081	049	167	134	
7	082	084	145	134	
8	078	079	151	158	
9	067	061	169	147	
10	076	057	186	158	
11	076	064	158	170	
12	084	078	168	160	
13	086	056	170	110	
14	077	081	151	146	
15	076	075	157	127	
	1156	1077	2392	2144	
Mittel	0,077	0,072	0,159	0,143	

Nordsee. August 1906.

a. Nicht vergiftet, an Bord destilliert.
b. Vergiftet und im Juli 1907 untersucht.

	Milligramm im Liter				
1	0,061	0,064	0,149	0,176	
2	054	048	153	116	
3	054	055	140	089	
4	056	051	168	114	
5	049	078	131	114	
6	047	064	142	150	
7	058	071	165	132	
8	055	055	129	120	
9	062	055	143	120	
10	064	051	137	128	
11	066	060	151	116	
12	070	085	160	120	
15	057	081	138	132	
	753	758	1906	1627	
Mittel	0,058	0,058	0,147	0,125	

2. Kieselsäure.

Bezüglich der Bestimmung der SiO_2 habe ich nur zu bemerken, daß dieselbe genau, wie ich in meinen früheren Abhandlungen[1]) beschrieben, ausgeführt ist.

Ein Übelstand bei der Aufbewahrung der Wasserproben in Zinkblechbehältern hat sich dabei ergeben, indem letztere, zumal bei längerer Aufbewahrung in gefülltem Zustande, vollständig zerfressen werden und so den Verlust des Inhalts bedingen. Durch Beobachtung am bleiernen Schiffslot, an dem keine Spur eines Angriffs des Seewassers zu konstatieren war, möchte ich vorschlagen, diejenigen Wasserproben, welche zur Kieselsäurebestimmung dienen sollen, in Bleiflaschen bis zur Verarbeitung aufzuheben, wie solche von Merck[2]), Darmstadt, zu beziehen sind.

Unten folgt die Zusammenstellung der Resultate der 1904, 1905, 1906, 1907 und 1909, sowie der von Leutnant Heynacher auf einer Fahrt des Schulschiffs „Sophie Charlotte" geschöpften Wasserproben, ferner einige weitere, mir inzwischen bekannt gewordene Literaturangaben über früher ausgeführte SiO_2-Analysen. Zum Teil sind von älteren Forschern aber so hohe Werte gefunden worden, daß man dieselben unbedingt als falsch ansprechen muß; man muß annehmen, daß die betreffenden Wasserproben nicht filtriert waren und längere Zeit in Glasgefäßen aufgehoben wurden.

Goebel[3]) gibt in einer kleinen Schrift eine ganze Anzahl von Meerwasseranalysen an, von verschiedenen Analytikern ausgeführt; hiernach hat Seezen im Ostseewasser bei Dubbeln in einem Pfund Wasser von 16 Unzen[4]) 0,108 gran, entsprechend 2,34 Milligramm SiO_2 pro mille, und Cenedella in einem Bade bei Venedig in einem Pfund Wasser von 16 Unzen 1,2 gran, entsprechend 156,25 Milligramm SiO_2 pro mille gefunden. Ein Analysengang ist leider nicht angegeben, doch halte ich das von Cenedella ermittelte Resultat für unwahrscheinlich.

Saß[5]) bringt ebenfalls eine vollständige Analyse von Ostseewasser, geschöpft in der Nähe der Insel Oesel, welche er nach der von Prof. Fresenius in seiner Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse angeführten Methode ausgeführt hat; er fand 0,0179 g SiO_2 pro mille.

Mulder[6]), Gunning und Vlaanderen haben Meerwasser, welches bei Scheveningen geschöpft war, eingedampft und in 100 Teilen der wasserfreien Salze 0,009 Teile SiO_2 gefunden; Müller[7]) in

[1]) Siehe diese Zeitschrift: „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen usw.".

[2]) Siehe den Merckschen Katalog.

[3]) „Das Seebad bei Pernau an der Ostsee in physikalisch-chemischer und topographisch-statistischer Beziehung, nebst einer vergleichenden chemischen Untersuchung des Ostseewassers bei Reval, Hapsal und Pernau und allgemeinen Bemerkungen über die Seebäder". Von Dr. C. Chr. Traug. Friedemann Goebel, ordentlicher Professor der Chemie zu Dorpat. 1845.

[4]) 1 Pfund Wasser von 16 Unzen ist gleich 497,32 Gramm; 1 gran ist gleich 0,064756 Gramm.

[5]) Journal für praktische Chemie, Band 98 von 1866, Seite 251. „Analyse des Ostseewassers aus dem großen Sunde zwischen den Inseln Oesel und Moon". Von Dr. Arthur Ferdinand Baron Saß. Liebig und Kopp, Jahresbericht der Chemie für 1866, Seite 985.

[6]) Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie für 1852. Journal für praktische Chemie, Band 55 von 1852: „Über das Meerwasser". Von G. J. Mulder. (Auszug aus „Scheikundige Onderzoekningen", 6te Deel, 1de Stuk.)

[7]) Journal für praktische Chemie, Band 45 von 1848, S. 235: „Zusammensetzung des Meerwassers von Venedig, Livorno und der Nordsee". Von Prof. Calamai, Venedig. „Analyse des Nordseewassers" ist von Dr. Müller.

ebendaselbst geschöpftem Wasser in einem Pfunde 1 gran SiO_2, entsprechend 0,13 Gramm pro mille, während Mulder — den Salzgehalt des Wassers zu rund $33^1/_3$ ‰ gerechnet — etwa 3 Milligramm pro Liter zur Wägung brachte.

Fignier und Mialhe[1]) haben einige Meilen fern von der Küste bei le Havre geschöpft und analysiert und wollen in einem Liter 0,017 Gramm kieselsaures Natron (Na_3SiO_4) = 6,4 Milligramm SiO_2 nachgewiesen haben.

Knauß[2]) bestimmte die Kieselerde im Wasser des Weißen Meeres. Er säuerte das Wasser mit Salzsäure an, verdampfte bis zur Trockene, befeuchtete den Salzrückstand mit konzentrierter Salzsäure, löste dann mit Wasser und filtrierte den Niederschlag ab; seine Analyse ergab 6,4 Milligramm Kieselerde im Liter.

K. von Baer[3]) hat durch H. Struve Analysen von Ostseewasser ausführen lassen, der folgende Werte angibt:

I.	Meerbusen von Riga	0,0211	Gramm	im Liter
II.	Bucht von Hapsal	0,0005	„	„ „
III.	Soela-Sund	0,005	„	„ „
IV.	Ostsee nahe Teufelsgrund . . .	0,023	„	„ „

Vierthaler[4]) hat das Meerwasser an der Küste von Spalato einer vollständigen Analyse unterzogen und aus 1000 Teilen 0,1101 Teile SiO_2 zur Wägung gebracht.

[1]) Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie, 1847 und 1848, S. 999. Journal de pharmacie et de chimie par Boullay etc., Serie 3, Band 13, S. 406. „Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie". Von Dr. G. Bischof. Band II, 2. Abteilung, 1854, Seite 1548 u. f.

[2]) Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, Band 2 von 1860, Seite 311 u. f. „Untersuchung der Asche vom Seetang aus dem Weißen Meere, des Wassers des Weißen Meeres und zweier Salzsolen aus Nonoxa, ausgeführt in Archangel vom August 1859 bis Februar 1860. Von Carl Knauß. Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie, 1860, Seite 830.

[3]) „Über ein neues Projekt, Austernbänke an der russischen Ostseeküste anzulegen und über den Salzgehalt der Ostsee in verschiedenen Gegenden". Von K. von Baer. Bulletin Pétersbourg, Band 4 von 1862. Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie, 1861, Seite 1089.

[4]) Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie, 1867, Seite 1032. Journal für praktische Chemie, Band 102, Seite 382.

Kieselsäurebestimmungen

in den in den Jahren 1904, 1905, 1906, 1907 und 1909 auf den Terminfahrten geschöpften Wasserproben.

Milligramm im Liter.

Ostsee.						Nordsee.					
Jahr	Monat	Station	Schöpftiefe m	SiO_2	Bemerkungen.	Jahr	Monat	Station	Schöpftiefe m	SiO_2	Bemerkungen.
1904	Novemb.	1	0	1,033		1904	Novemb.	1	0	0,603	
			20	1,10					38	0,60	
		12	0	1,066				4	0	0,54	
			97	1,40					84,5	0,67	
1905	Februar	1	0	0,533		1905	Februar	1	0	0,47	
		11	0	0,533				4	0	0,53	
		12	0	0,47				7	0	0,57	
	Mai	1	0	0,87			Mai	1	0	0,73	
		12	0	0,93				4	0	0,87	
								7	0	0,87	
	August	12	0	1,10			August	1	0	0,77	
			109	0,94				4	0	0,73	
	Novemb.	1	0	0,97			Novemb.	1	0	0,90	
		12	0	1,03				4	0	0,97	
		„a“	0	0,93	Gotlandtiefe.						
1906	Februar	1	0	1,07		1906	Februar	1	0	0,93	
		11	0	1,03				4	0	0,97	
								7	0	1,03	
	Mai	1	0	0,40			Mai	1	0	0,60	
		11	0	0,47				4	0	0,60	
								7	0	0,30	
	August	1	0	0,20			August	1	0	0,50	
		11	0	0,63				4	0	0,57	
								7	0	0,63	
	Novemb.	1	0	1,03			Novemb.	1	0	0,73	
		12	0	0,93				4	0	0,80	
								7	0	0,77	
1907	Februar	1	0	0,87	Die Wasserproben von 1907 sind erst im Juli und August 1909 analysiert. 4 Proben sind verloren gegangen, weil die Zinkblechbehälter zerfressen.						
		11	0	0,73							
	Mai	1	0	0,87		1907	Mai	7	0	0,80	
1909	August	1	0	0,63		1909	August	1	0	0,90	
		K 2	0	0,70	Kattegatt.			4	0	0,73	
		K 6	0	0,76	„			7	0	0,60	

Kieselsäurebestimmung

in Wasserproben von Herrn Leutnant Heynacher mitgebracht.

Fahrt des Schulschiffes „Sophie Charlotte“ vom N.-D. Lloyd.

Milligramm im Liter.

Nr.	Position		Datum	Schöpftiefe m	SiO_2
	B.	L.			
			1904		
1	55° 45′ S	75° 57′ W	1. 10.	0	0,85
2	45° 54′ S	85° 0′ W	8. 10.	0	0,77
3	10° 0′ S	113° 50′ W	25. 10.	0	0,86
4	5° 57′ S	177° 45′ W	20. 12.	0	0,80
			1905		
5	28° 13′ S	164° 57′ O	4. 1.	0	0,87

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung Nr. 14.

Das Plankton der deutschen Ostseefahrt

Juli—August 1907.

Von

Dr. H. Merkle.

a) Gewinnung und Bearbeitung des Materials.

Über die Zusammensetzung des auf den deutschen Terminfahrten gesammelten Planktons wurden regelmäßige Berichte in den „Bulletins des résultats acquis pendant les courses périodiques“ [15] veröffentlicht, die jedoch mit einer gewissen Sicherheit nur die qualitative Beschaffenheit des Planktons ergeben, da die benutzten Häufigkeitszeichen als recht unsichere Werte angesehen werden müssen. Apstein [4] hat gezeigt, wie verschieden eine bestimmte Anzahl einer Art bei verschiedener Zusammensetzung des Fanges geschätzt wird, und daß infolgedessen die Häufigkeitszeichen verschiedener Fänge nicht miteinander verglichen werden können.

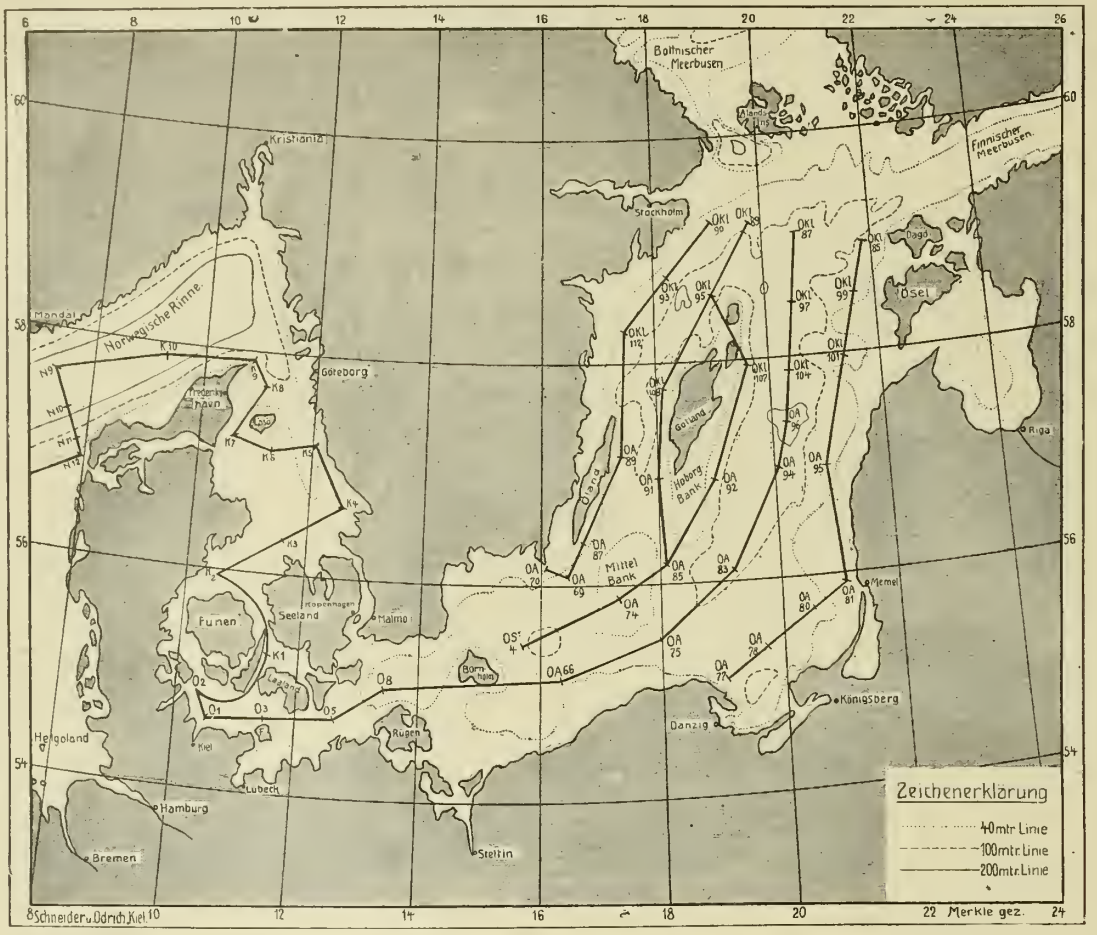
Durch Zählungen der quantitativen Fänge wurden bis jetzt die Nord- und Ostseefänge des Jahres 1903 von Apstein [5] und die Ostseefänge des Jahres 1905 von Driver [16] bearbeitet. Entsprechende Bearbeitungen der Fänge des Jahres 1904 (Nord- und Ostsee), 1905 (Nordsee) und 1906 (Nord- und Ostsee) werden gegenwärtig von den Herren: Professor Dr. Apstein, Dr. Mielck und Dr. Kräfft ausgeführt. Als ebenfalls auf Zählungen beruhende Planktonarbeiten aus den Gebieten der deutschen Terminfahrten seien noch erwähnt: Hensen [19] „Über die Bestimmung des Planktons . . . .“ und Hensen [20] „Das Plankton der östlichen Ostsee“, ferner Apstein [3] „Das Plankton der Ostsee“, Lohmann [31] „Vollständiger Gehalt des Meeres an Plankton“ und Kräfft [21] „Über das Plankton in Ost- und Nordsee . . . .“. Mir fiel die Aufgabe der Bearbeitung der deutschen Ostseefahrt Juli—August 1907 zu.

Die Stationen der von mir zu bearbeitenden Fahrt sind entsprechend denen der Svenska hydrografiska Expeditionen år 1877, unter der Leitung von Ekman [17], gewählt worden und fallen größtenteils in ein bisher nur wenig untersuchtes Gebiet. Sie erstrecken sich von der Kieler Föhrde östlich bis zu der Höhe Stockholm—Dagö. Nördlich der Danziger Bucht wurde bis jetzt nur von Hensen [20] bis zur Südspitze von Gotland und von Apstein [3] bis zur Gotlandtiefe Plankton mit Hilfe der genauen Zählmethode untersucht. Als Vergleichsmaterial dienten vor allem die oben angeführten deutschen Untersuchungen. Ferner kamen in Betracht die in der Ostsee allerdings nur spärlich ausgeführten schwedischen Forschungen und bei den nördlichen Stationen noch die Ergebnisse der benachbarten finnischen Terminfahrtstationen, die teilweise sogar noch in dem von mir zu bearbeitenden Gebiete gelegen sind.

Für die Bearbeitung habe ich die Stationen so ausgesucht, daß ich 4 Schnitte durch die Ostsee erhielt. Der größte (mittlere) Schnitt geht von Station 1 (vor der Kieler Föhrde) [1]) bis Kl 87 hauptsächlich durch die tieferen Stationen, auf denen häufig Stufenfänge mit dem mittleren Schließnetz ausgeführt worden waren. Ein zweiter Schnitt geht von der Danziger Bucht aus, der deutsch-russischen Küste entlang, ein dritter längs der schwedischen Küste und der vierte Schnitt endlich geht von der ziemlich tiefen Station S 4 (mit der schwedischen Ostseeterminfahrtstation S 4 zusammenfallend) über die Mittelbank und Hoborgbank entlang der Ost- und Westküste von Gotland zu den tieferen Stationen Kl 95 und Kl 89. Der Einfachheit

[1]) Da sämtliche Stationen in der Ostsee liegen, habe ich im Text und in den Tabellen die Bezeichnung O weggelassen, während sie auf der Karte, die früher hergestellt wurde, noch vor jeder Station zu finden ist. Es entsprechen also die Stationen: 1, A 70 und Kl 87 folgenden Stationen auf der Karte: O 1, OA 70 und OKl 87. Dieselbe Stationsbezeichnung wie auf der Karte habe ich auch in meiner früheren Arbeit [32] benutzt.

halber will ich in dieser Arbeit den Schnitt an der schwedischen Küste von Station A 70 bis Kl 90 mit A, den von S 4 über A 91 nach Kl 89 mit B_1, den von S 4 über A 92 nach Kl 89 mit B_2, den Hauptschnitt von Station 1 bis Kl 87 mit C und den an der deutsch-russischen Küste von A 77 bis Kl 85 mit D bezeichnen.



Die Fänge wurden meist mit dem mittleren Planktonnetz (Müllergaze 20) ausgeführt; bei tieferen Stationen wurden mit dem mittleren Schließnetz Stufenfänge gemacht, wobei auf die hydrographischen Verhältnisse der betreffenden Stationen Rücksicht genommen wurde. Das mit den Horizontalfangapparaten gewonnene Material wurde bereits an Bord von Herrn Dr. Mielck untersucht, dessen Tabellen mir freundlichst zur Verfügung gestellt wurden.

Die Fänge wurden nach der Hensen'schen Zählmethode unter Verwendung des abgekürzten Verfahrens ausgeführt. Zum Zählen verdünnte ich die Fänge im allgemeinen auf 50 ccm (kleinere auf 25 ccm). Von dieser Mischung zählte ich nun Proben von 0,1 und 0,2 ccm je nach den Ergebnissen ein- oder zweimal nach den darin häufigsten Organismen durch; dabei wurde bei starker Vergrößerung besonders auf die kleinen und zarten Organismen geachtet. Größere Mengen obiger Mischungen (0,5 und 1,0 ccm) suchte ich ebenfalls bei starker Vergrößerung durch, richtete aber meine Aufmerksamkeit nicht mehr so sehr auf die kleinen Arten, sondern zählte nun die selteneren, größeren Formen. Auf Tintinnodeen aber habe ich auch bei diesen Zählungen besonders geachtet. Auch bei den Quantitäten von 0,5 und 1,0 ccm der Mischungen habe ich je nach den Ergebnissen eine oder mehrere Platten durchgezählt. Hierauf sah

ich noch bei schwacher Vergrößerung den Rest nach großen Arten durch; bei ziemlich kleinen Fängen habe ich auch den Rest noch bei stärkerer Vergrößerung, ebenso wie 0,5 und 1,0 ccm durchgezählt. Bei besonders starkem Auftreten einzelner Arten war eine stärkere Verdünnung als auf 50 ccm nötig.

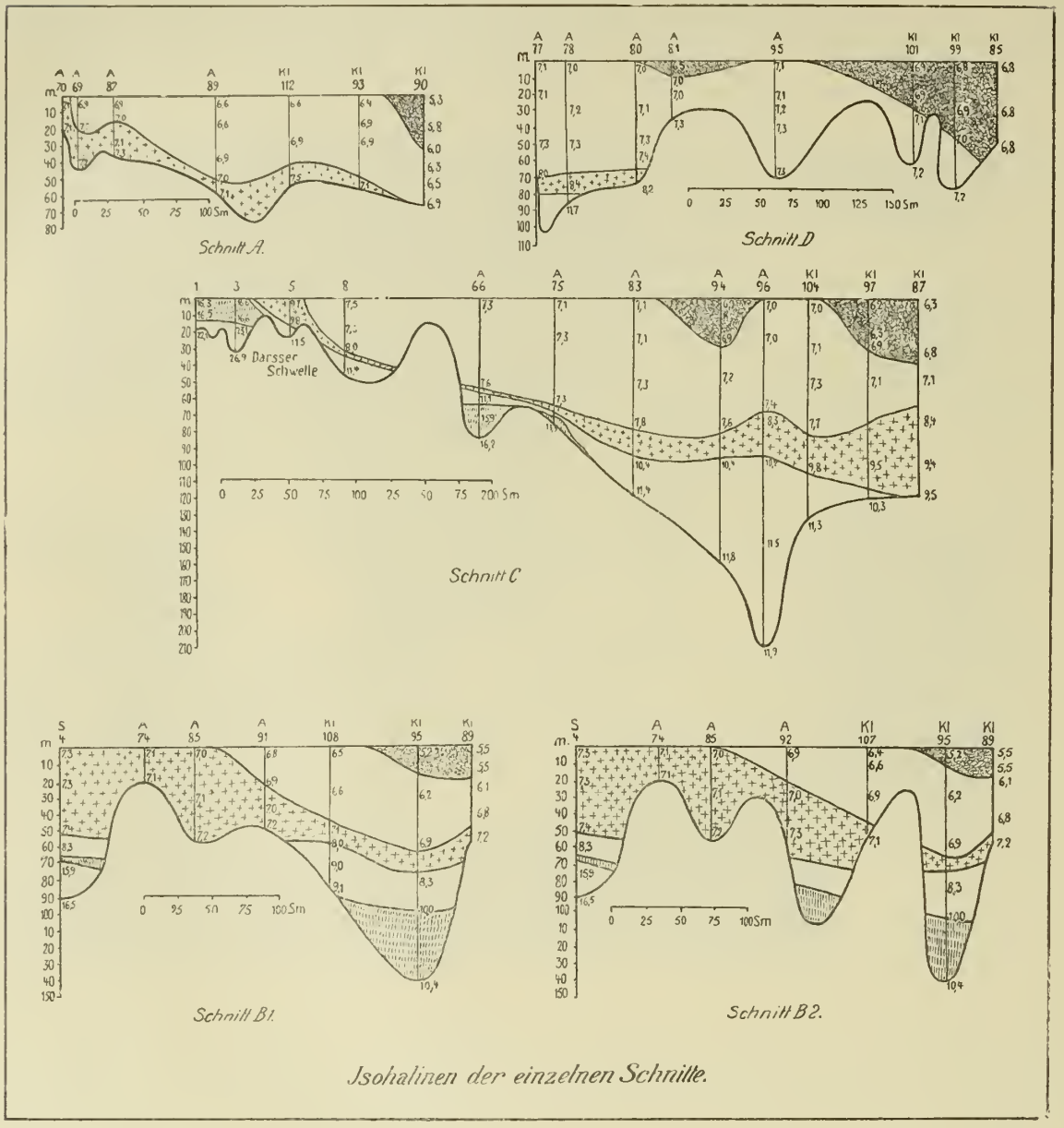
Wenn ich auch der Überzeugung bin, auf diese Weise im allgemeinen ziemlich gute Zahlenwerte erhalten zu haben, so ist es doch leicht möglich, daß kleine, zarte Organismen, die ich bei den ersten Zählungen vermißt habe, im Fange waren, ohne mitgezählt zu werden. Auch ging es nicht gut, größere Quantitäten oder gar den Rest auf kleine Arten zu durchsuchen, die ich in nur wenigen Exemplaren bei den ersten Zählungen eines Fanges bemerkt hatte. Durch die nötige, starke Multiplikation dieser Zahlen werden die Zählresultate natürlich ziemlich unsicher und deswegen habe ich ihnen ein ? in den Tabellen beigefügt. Ebenfalls mit ? versehen habe ich die Zahlen derjenigen Arten, deren Fangverlust nach Lohmann's neuester Arbeit [31] bedeutend ist.

Für den Vergleich der Organismen der einzelnen Stationen benutzte ich bei Pflanzen, die zu ihrem Gedeihen ja auf die oberen Schichten angewiesen sind, im allgemeinen die Zahlen unter 1 qm Oberfläche. Bei der Bearbeitung der Tierwelt jedoch zeigte sich die Notwendigkeit, die Ergebnisse der Stufenfänge, also die Zahlen auf 1 cbm Wasser berechnet, in ausgedehntem Maße zu benutzen.

b) Übersicht über die Verteilung von Salzgehalt und Temperatur während der Fahrt.

Salzgehalt. Krümmel [22] hat in seiner Arbeit: „Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung" die hydrographischen Verhältnisse der Ostsee in großen Zügen dargelegt. Er betrachtet die Ostsee als ein Sammelbecken atmosphärischer Gewässer; unter normalen Verhältnissen findet ein Austausch mit dem Nordseewasser in der Weise statt, daß das schwerere salzigere Wasser der Nordsee hauptsächlich durch den großen Belt als Tiefenstrom eindringt, und das schwachsalzige Ostseewasser als Oberflächenstrom sich der schwedischen Küste längszieht und durch den Sund austritt (Baltischer Strom). Diese normalen Verhältnisse werden nun durch die Einwirkung der Winde oft sehr erheblich gestört. Starker Westwind treibt das salzärmere Ostseewasser aus der Beltsee — nach Krümmel [22]: das Gebiet von der Darsser Schwelle bis zum Nordende des Samsoe- und Großen Belts — und verursacht dadurch ein stärkeres Eindringen des salzigeren Nordseewassers. Umgekehrt füllen starke Ostwinde die Beltsee stark mit dem Wasser der eigentlichen Ostsee. Wegen der geringen Tiefe der Darsser Schwelle kann nun das starksalzige Wasser der Nordsee, das in der Beltsee noch bis zu 30 ‰ Salzgehalt haben kann, nicht direkt in die eigentliche Ostsee vordringen. Nach Krümmel [22] findet in der Beltsee eine Vermischung des Nord- und Ostseewassers statt; er nennt die Beltsee „eine Mischpfanne, auf welcher das Ostseewasser zurechtgemengt wird". Von diesem so zurechtgemischten Wasser geht dann ein Teil über die Darsser Schwelle in die eigentliche Ostsee als Tiefenstrom. Aber auch hier schieben sich vor die Tiefe der Danziger Bucht und die Gotlandtiefe wieder Schwellen, über die das salzigere Wasser nicht so ohne weiteres treten kann. Heftige Stürme westlich dieser Schwellen bewirken nun eine stärkere Vermischung des oberen und unteren Wassers und damit eine Versalzung des oberen, das über die Schwellen nach den tieferen Stellen gelangen kann. Nach einer so starken Vermischung des Wassers westlich einer Schwelle kann sich dann, besonders bei folgendem starkem Westwind, der Salzgehalt in den östlicheren Tiefen oft ganz bedeutend steigern. Hierauf tritt wieder eine allmähliche Aussüßung des tieferen salzigeren Wassers ein durch oft jahrelange Vermischung mit dem salzärmeren Wasser. Krümmel hat dies an der Hand alter Angaben für die Gotlandtiefe nachgewiesen. Hier wurde 1877: 12,2 ‰, 1894: 11,8 ‰ und 1902: 11,6 ‰ Salzgehalt gefunden.

Das Tiefenwasser in der Danziger Bucht wurde nun Februar 1903 erneuert, wie bei den deutschen Untersuchungen an Bord des „Poseidon" in ganz sicherer Weise nachgewiesen wurde (Krümmel [22] p. 31). Der Salzgehalt betrug hier damals am Boden 13,1 ‰; nach den Angaben der Bulletins [15] sank er dann ganz allmählich und erreichte Februar 1906 mit 10,5 ‰ Salzgehalt seinen tiefsten Stand.



Isohalinen der einzelnen Schnitte.

Anmerkung: Die Bodenreliefs sind an der Hand von Seekarten ausgeführt.

Dann trat offenbar Mai 1906 ein schwacher Zufluß stärker salzigen Wassers ein, dem aber bis November 1906 wieder eine starke Aussüßung folgte. Frühjahr 1907 fand nun wieder ein stärkerer Zufluß salzigeren Wassers statt; Mai 1907 wurde ein Salzgehalt von 12,4 ‰ gefunden. August 1907 betrug der Salzgehalt am Boden von Station 12 bereits wieder 12,1; Frühjahr 1909 war er aber schon wieder auf 12,6 hochgegangen. Wie nun aber Ruppin [41] gezeigt hat, ist mit der allmählichen Abnahme des Salzgehaltes nicht gesagt, daß das Wasser während der ganzen Zeit ohne Erneuerung geblieben sei; diese ist nur aus dem Sauerstoffgehalt des Wassers zu ersehen.

Salzgehalt am Boden der deutschen Terminfahrtstation DO 12 (in der Danziger Bucht).

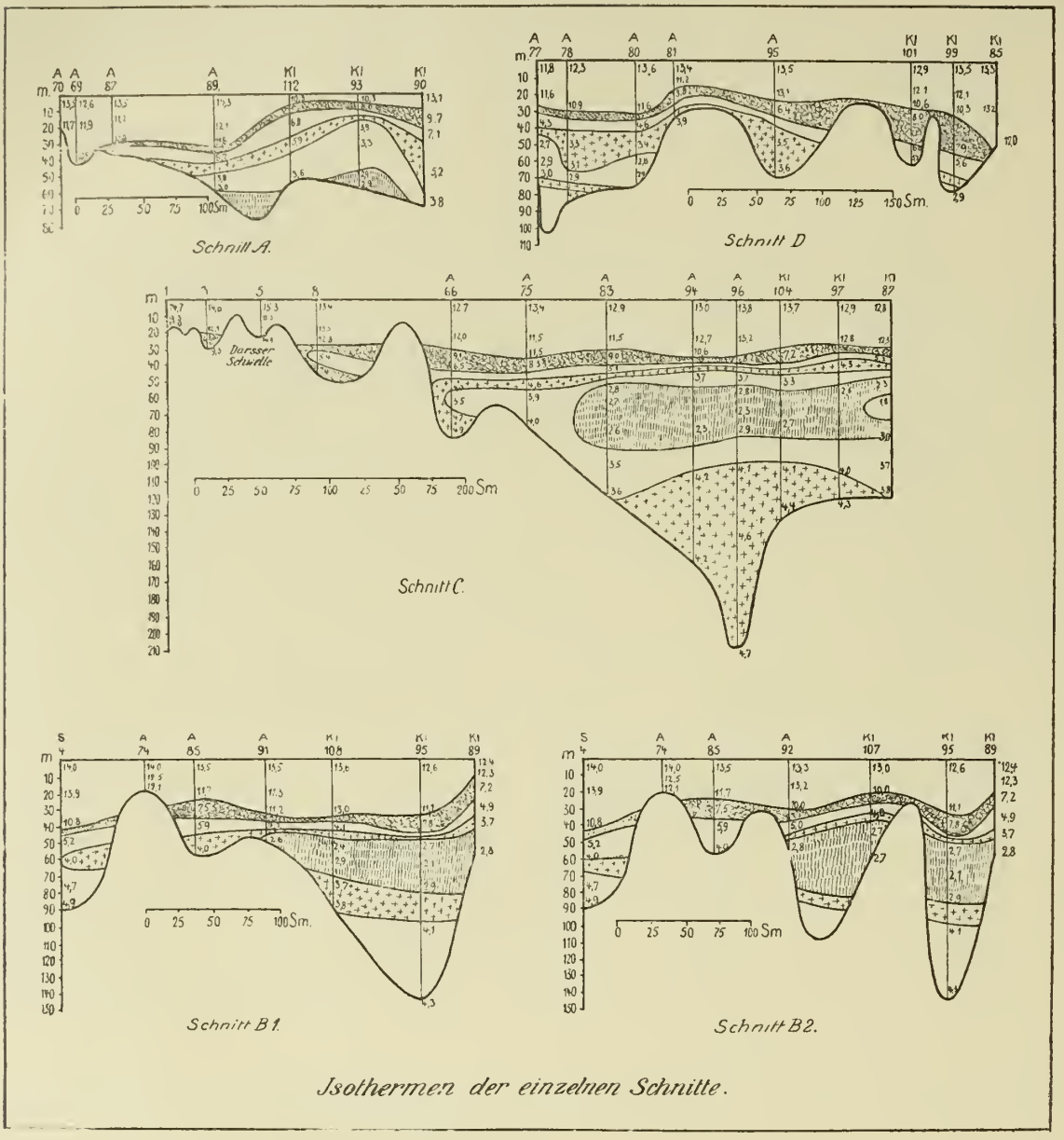
	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
Februar	13,1	11,8	11,2	10,5	11,6	?	12,6
Mai	13,1	11,6	11,2	11,1	12,4	?	
August	12,9	11,4	11,1	?	12,1	?	
November	11,9	?	11,0	10,0	?	?	

In der Gotlandtiefe, wo 1877: 12,2 ‰, 1894: 11,8 ‰ und 1902: 11,6 ‰ Salzgehalt gefunden wurde, ergab die Messung am Boden einen solchen von 11,9 ‰; es muß also auch hier seit 1902 ein Zuströmen von starksalzigem Wasser stattgefunden haben. Wahrscheinlich steht diese Erhöhung des Salzgehaltes mit der in der Tiefe der Danziger Bucht in direkter Verbindung, da keine erhebliche Schwelle das Zuströmen des salzigen Wassers nach der Gotlandtiefe hin hindern könnte.

Die Isohalinen der Schnitte B und C zeigen, daß ziemlich starksalziges Wasser (bis zu 16,5 ‰) bis östlich Bornholm zu den Stationen S 4 und A 66 vorgedrungen ist. Wasser bis zu 13,3 ‰ Salzgehalt drang auch noch über die zwischen den Stationen A 66 und A 75 gelegene Schwelle und wird sich wohl allmählich bis zur Gotlandtiefe verteilen und auch hier den Salzgehalt erhöhen. Die homohaline Deckschicht von 7—8 ‰ Salzgehalt reicht von Station 8 bis ungefähr zur Südspitze von Gotland bei den Schnitten A und B; bei C und D jedoch etwa bis zur Gotlandtiefe. Überhaupt zeigt sich deutlich, daß die Abnahme des Salzgehalts gegen die Oberfläche hin bei den nördlichen Stationen der Schnitte A und B bedeutend stärker ist als bei C und D. Die Deckschicht mit einem Salzgehalt von 7—8 ‰ reicht in der nordöstlichen Ostsee etwas tiefer, bis zu einer Tiefe von ca. 60—70 m; darüber finden sich dann häufig noch Schichten mit 6—7 ‰ Salzgehalt. Der Oberflächensalzgehalt auf Kl 90 beträgt sogar nur 5,3 ‰. Die homohaline Deckschicht der mittleren Ostsee von 7—8 ‰ Salzgehalt keilt sich bei den Schnitten A, B und D nach Norden hin aus. Die Stationen Kl 90 und Kl 85 besitzen in der ganzen Wassersäule einen Salzgehalt unter 7 ‰; bei Kl 89 steigt derselbe am Boden gerade noch auf 7,2 ‰. Auf Kl 87 ist die homohaline Deckschicht wieder etwas gehoben.

Temperatur. Schon Krümmel [22] erwähnt eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Ostseewassers bis zu einer Tiefe von ca. 55 m; hier finden wir eine niedrigste Temperatur von ca. 2 °, die in größeren Tiefen allmählich wieder steigt. Krümmel erklärt diese Schichtung dadurch, daß im Winter die ca. 55 m dicke homohaline Deckschicht sich gleichmäßig auf ca. 2 ° abkühlt. Das salzigere Wasser in der Tiefe bleibt jedoch von einer Vermischung mit dem an der Oberfläche stark abgekühlten und dadurch in die Tiefe sinkenden, salzärmeren Wasser der homohalinen Deckschicht verschont. Im Sommer erfolgt dann eine allmähliche Erwärmung der oberen Wasserschichten. Diese Verhältnisse stimmen mit den Resultaten bei den meisten der von mir untersuchten Stationen gut überein; am deutlichsten zeigt es sich bei den Stationen A 66 bis Kl 87 des Schnittes C.

Auch die nördlichen Stationen der Schnitte A und B, sowie die Stationen der Danziger Bucht weisen dieselben Temperaturverhältnisse auf. Bei den nördlichen Stationen des Schnittes D, wo ja die homohaline Deckschicht auch tiefer (bis zu 80 m) reicht, finden wir eine ganz allmähliche Abnahme der Temperatur bis zu einer Tiefe von 80 m. Besonders hohe Bodentemperatur (10,5 ° bei einer Tiefe von 42 m) zeigt Station A 69; auch S 4 hat bei 45 m Tiefe eine Temperatur von 10,8 °. Im allgemeinen kann man eine ca. 20—30 m tiefe, stark erwärmte (10—15 °) Oberflächenschicht erkennen. Unter 30 m nimmt die Temperatur dann ziemlich rasch ab. Auffallend dünn ist die stärker erwärmte Oberflächenschicht bei den Stationen Kl 112, Kl 93 und Kl 90. Bemerkenswert sind ferner die Temperaturverhältnisse der Station 8. Hier haben wir ein allmähliches Fallen der Temperatur bis zu einer Tiefe von ca. 30 m (12,8 ° C.), dann ein plötzlicher Sprung auf 5,4 ° bei 35 m und hierauf wieder ein allmähliches Steigen auf 7,4 ° bei 40 m Tiefe. Die hier in der Tiefe gefundene starke Wassererwärmung muß wohl dadurch erklärt werden, daß kurze Zeit vorher ein Teil von dem bedeutend salzreicheren, aber auch wärmeren Wasser der Beltsee über die Darsser Schwelle getrieben wurde und sich im Arkona-Tief (Station 8) zu Boden gesenkt hat. Der Salzgehalt steigert sich auch in der Tiefe von Station 8 von 8,3 ‰ bei 35 m auf 11,4 ‰ bei 40 m.



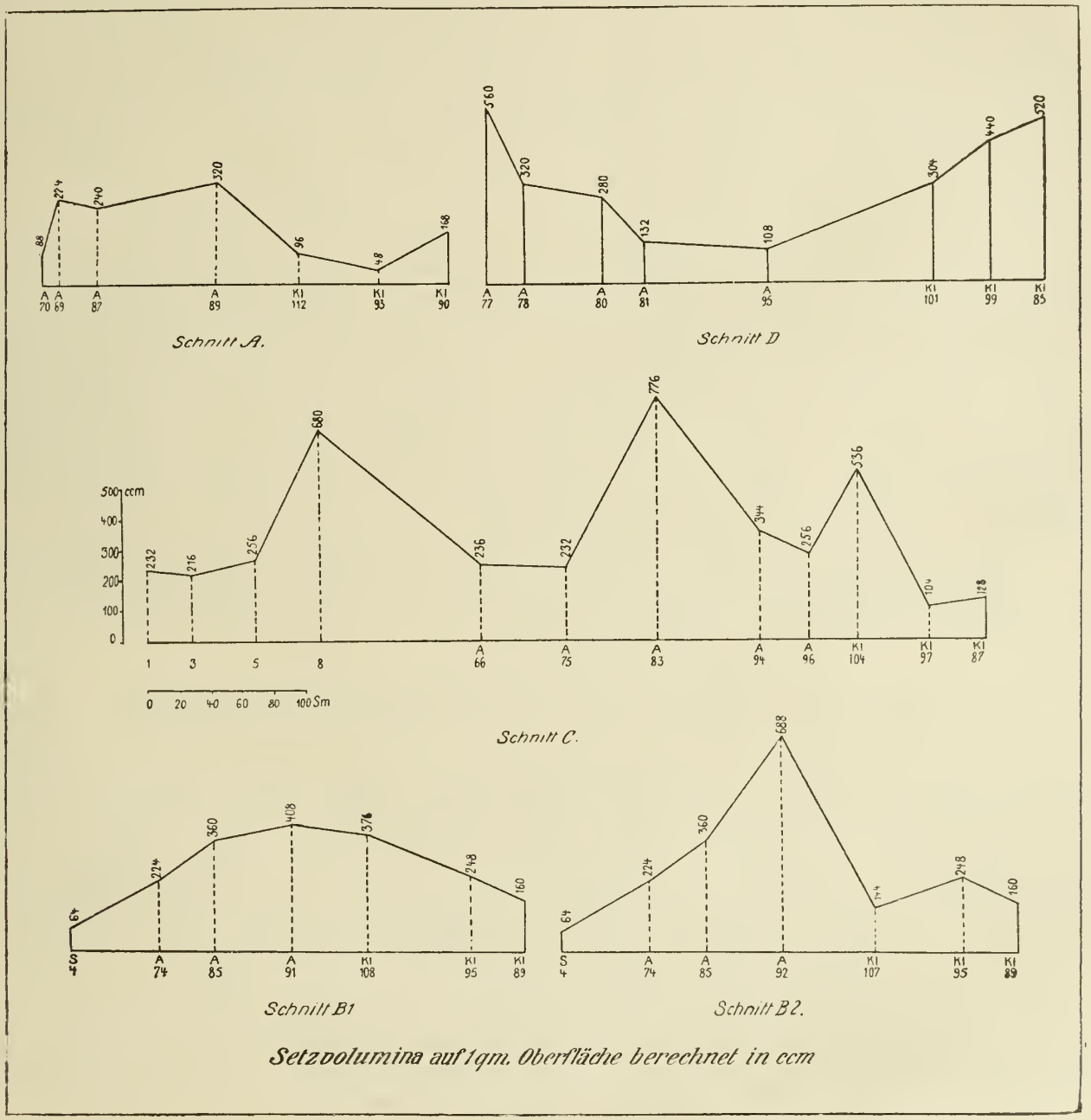
Isothermen der einzelnen Schnitte.

c) Die Planktonvolumina.

Die Volumina sind, wie bisher allgemein üblich, durch 24 stündiges Absetzenlassen bestimmt worden. Die in Kubikzentimetern gemessene Menge wurde, gerade wie bei den durch Zählung erhaltenen Resultaten, mit dem Netzkoeffizienten 80 multipliziert zur Feststellung des Volumens in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Wie Apstein [1] p. 40 und [5] p. 9, Brandt [11] p. 47, 74 u. ff. und Hensen [19] p. 38 schon erwähnt haben, übt die verschiedene Zusammensetzung der Fänge einen sehr wechselnden Einfluß auf die Größe des abgesetzten Volumens aus. Bei sperrigen Diatomeen (Chaetoceras-Arten) beeinflußt der zwischen den Diatomeen sich befindende Alkohol das Volumen ganz bedeutend, so daß wir bei sehr großem Setzvolumen meist auf einen an Chaetoceras-Arten reichen Fang schließen dürfen. Hensen [19]

und Apstein [1] bestimmten, um diese Fehler zu vermeiden, das Trockengewicht und den Aschegehalt des Planktonfanges; Apstein [1] erwähnt p. 40 die Methode der Verdrängung einer bestimmten Alkoholmenge durch den Planktonfang. Brandt [11] stellt auf Grund chemischer Analysen die durchschnittliche chemische Zusammensetzung und das Trockengewicht der wichtigsten Planktonorganismen fest. Er zeigt p. 75, daß, abgesehen von diatomeenreichen Fängen, im Durchschnitt die Volumbestimmung von Ostseeplankton einen ziemlich zuverlässigen Schluß auf das Trockengewicht und damit auf die Menge der wirklich in dem Fange vorhandenen Substanz erlaubt. Ein Mittelwert ist für 50 ccm 1,35 g Substanz. Lohmann [31] hat nun, um die Fehler des Setzvolumens zu vermeiden, die Methode der Bestimmung des „Rechenvolumens" eingeführt. Er bestimmte (p. 199) die durchschnittlichen Volumina der einzelnen Plankton-



Setzvolumina auf 1 qm Oberfläche berechnet in ccm

organismen und berechnete dann mit Hilfe der Zählresultate ein ziemlich genaues Fangvolumen. Lohmanns Kurven (p. 205) zeigen deutlich, wie der Gang des „Rechenvolumens" bei den an Chaetoceras reichen Frühjahrsfängen ganz anders ausfällt als der des Setzvolumens. Aus Lohmanns Tafel XVI geht deutlich hervor, wie kein Maximum von Planktonorganismen, außer dem der Chaetoceras-Arten, sich in der Setzvolumkurve bemerkbar macht. Meine Untersuchungen ergaben jedoch, daß ein stärkeres Auftreten von Chaetoceras-Arten sich nicht immer in der Setzvolumkurve ausdrückt.

Bei den von mir untersuchten Fängen ließ sich ein Einfluß der Chaetoceras-Zellen auf die Setzvolumina nicht erkennen. Es handelt sich allerdings, besonders in der östlichen und nördlichen Ostsee, hauptsächlich um die zarteren Formen: *Chaetoceras danicum, Chaet. simile* und *Chaet. wighami.* Auch traten die Chaetoceras-Arten nie in so überwiegender Menge auf, wie sie Lohmann bei seinen Beobachtungen über die Setzvolumkurve gehabt hatte. Auch hatte Lohmann in der Kieler Föhrde häufig kräftigere Arten, wie *Chaetoceras boreale, Chaet. breve, Chaet. laciniosum* und andere zur Verfügung. Ich konnte keine Organismen finden, die bestimmend auf die Setzvolumkurve eingewirkt hätten. Auch das leicht oben schwimmende und oft in recht beträchtlicher Menge vorhandene *Aphanizomenon flos aquae* gab gar keine mit der Setzvolumkurve übereinstimmenden Resultate. So hatte z. B. Station A 83 trotz des größten Setzvolumens von 776 ccm nur 22 Millionen Fäden von Aphanizomenon, während die Station S 4 mit dem kleinen Setzvolumen von nur 64 ccm die weitaus größte Zahl (450 Millionen) von Aphanizomenon-Fäden aufwies. Was das große Volumen bei Station A 83 bestimmte, vermag ich nicht zu sagen. Vielleicht ist die Größe eines Setzvolumens unter anderem auch sehr von Zufälligkeiten (z. B. häufigen Erschütterungen) abhängig. Jedenfalls aber übt die Zahl der vorhandenen Diatomeen (vor allem der Chaetoceras-Zellen) in der Ostsee keinen sicheren Einfluß auf den Gang der Setzvolumkurve aus.

Interessant ist es, daß die größten Volumina (440—776 ccm) auf einer (ziemlich nord-südlich gehenden) Linie von Dagö nach Rixhöft (Danziger Bucht) liegen. Es kommen hier folgende Stationen in Betracht: Kl 85, Kl 99, Kl 104, A 92, A 83 und A 77. Diese Linie wird umschlossen von einem zusammenhängenden Gebiete mit Stationen von 220—350 ccm Planktonvolumen. Stationen mit einem Volumen unter 200 ccm finden sich nur dicht an der schwedischen und an der deutsch-russischen Küste; ferner dehnt sich das planktonärmere Gebiet von der schwedischen Küste in der Nähe von Stockholm über die Stationen Kl 89, Kl 87 und Kl 97 bis zu Station Kl 107 hin aus. In der westlichen Ostsee haben die Stationen 1, 3 und 5 so ziemlich das Durchschnittsvolumen von allen Stationen (293 ccm), während bei Station 8 das drittgrößte Volumen (680 ccm) auftritt.

Auffallend ist ferner noch, daß das Durchschnittsvolumen der einzelnen Schnitte von West nach Ost anwächst. Bei Schnitt A ist es nur 176 ccm, bei B_1 263 und bei B_2 270 ccm; Schnitt C und Schnitt D haben je ein Durchschnittsvolumen von 333 ccm.

d) Die Verbreitung der wichtigsten Planktonorganismen.

Schizophyceae. Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe (*Aphanizomenon flos aquae* und *Nodularia spumigena*) habe ich von Station 5 ab östlich auf keiner Station vermißt, wogegen *Anabaena baltica* nur auf A 96 und Kl 101 in verhältnismäßig wenigen Knäueln angetroffen wurde.

Aphanizomenon flos aquae zählte ich getrennt in zwei Teilen: 1. die einzelnen Fäden und 2. die Anzahl der Bündel und ihrer Fäden. Aus der Anzahl der Bündel und deren durchschnittlicher Stärke glaube ich einigermaßen auf die Wucherung in der betreffenden Gegend schließen zu dürfen. Waren nur wenige kleine Bündel und vielleicht auch viele einzelne Fäden vorhanden, so dürfen wir doch wohl kaum annehmen, daß *Aphanizomenon flos aquae* an der betreffenden Station heimisch war, sondern daß die einzelnen Bündel bei der Weiterbeförderung durch die Gewalt des Windes und der Wellen zerrissen wurden.

Die Stufenfänge ergaben deutlich, daß *Aphanizomenon flos aquae* in den tieferen Schichten ziemlich selten ist; die Wasserblüte der Ostsee wird aus den Haffen, wo sie nach Apstein: „Das Plankton der Ostsee" [3] ihr Hauptentwickelungsgebiet hat, in die freie Ostsee hinausgeschwemmt. Aber auch hier in dem etwas stärker salzigen und tieferen Wasser fühlt sie sich noch heimisch, was die oft sehr große Zahl

von dicken Bündeln selbst auf den von der Küste ziemlich entfernten und tiefen Stationen beweist. Die größte durchschnittliche Fadenzahl der Bündel betrug 30. In großer Zahl fand ich diese starken Bündel auf der Mittelbank und auf den Stationen 5 und 8 (1 600000 bis 2 600000 Bündel unter 1 qm Oberfläche). Aber auch die Gotlandtiefe (A 96) und die 141 m tiefe Station Kl 95 ergaben 600000 und 1 200000 dieser großen Bündel; Kl 95 zeichnete sich außerdem noch durch seine erhebliche Anzahl (252 Millionen) loser Fäden aus. Die kleinsten und wenigsten Bündel (200000 bis 400000 Bündel zu 10 bis 15 Fäden) entfielen auffallenderweise hauptsächlich auf die Stationen längs der deutsch-russischen Küste. Nur auf der Station vor Memel, also direkt vor der Ausmündung des Kurischen Haffes, fand ich 1 Million Bündel zu ca. 25 Fäden. Ebenfalls kleine Zahlen ergaben die Stationen A 92 (1 200000 Bündel zu ca. 10 Fäden) und A 83 mit 40000 Bündeln zu ca. 20 Fäden, ohne daß an diesen Stationen besonders viele lose Fäden angetroffen worden wären.

Die größte Zahl loser Fäden fand ich auf S 4 (420 Millionen); aber auch Station 8 (317 Millionen), Kl 95 (252 Millionen) und Kl 104 (152 Millionen) zeichneten sich erheblich vor den übrigen aus, die durchschnittlich nur 20 bis 60 Millionen lose Fäden von *Aphanizomenon flos aquae* ergaben. Auffallend kleine Zahlen fand ich auf den drei nördlichsten Stationen des Schnittes entlang der schwedischen Küste (nur 1 bis 9 Millionen Fäden); auch die Zahl und Größe der Bündel war auf diesen Stationen nicht bedeutend.

Die Deutung der Ergebnisse der Ostsee-Augustfahrt 1907 scheint also keineswegs so einfach zu sein, wie sie Apstein [3] für die Augustfahrt 1901 des deutschen Seefischereivereins gegeben hat. Auffallenderweise machte ich gerade in den Gegenden, in welchen Apstein diese Alge als am häufigsten bezeichnet, die spärlichsten Funde, und umgekehrt fielen die besonders an dicken Bündeln reichsten Fänge (von den Stationen 5, 8, A 74, A 96 und Kl 95) mit Apsteins spärlichsten Fängen zusammen. Es ist ja möglich, daß gerade zur Zeit der Augustfahrt 1907 die Hauptmassen dieser Alge auf die freie Ostsee hinausgetrieben waren und somit die in Küstennähe sich befindenden Stationen (z. B. die der Danziger Bucht) sie mehr entbehrten. Allein ich glaube, daß sich dann auf dem Wege zu den Stationen 5 und 8, bis zur Mittelbank und zur Gotlandtiefe, die Bündel viel mehr in einzelne Fäden aufgelöst hätten. Gerade daß *Aphanizomenon flos aquae* auf den Stationen der offenen Ostsee nicht allein in großen Mengen, sondern auch in dicken, wohlerhaltenen Bündeln auftritt, scheint mir dafür zu sprechen, daß diese Alge keineswegs so sehr an die Haffe gebunden ist, daß sie jedenfalls, auch wenn sie einmal in freies Wasser hinausgespült worden ist, hier noch ziemliche Wucherungen ausführen kann. Denn die in den Bündeln vorhandenen Fäden und Zellen sind nicht abgestorben und halb aufgelöst; sie waren so gut erhalten und die Bündel so fest zusammenhängend, daß ich ihre Bildung auch im freien Wasser für wahrscheinlich halte.

Nodularia spumigena Mert. die nach Driver [16] gerade im August ihre Blütezeit haben soll, fand ich über die ganze Ostsee verbreitet. In der freien Ostsee waren es durchschnittlich 30 bis 70 Millionen Zellen unter 1 qm. Am häufigsten fand ich diese Alge auf den Stationen 5, 8, S 4 und A 74 (108 bis 302 Millionen Zellen unter 1 qm). Auffallend spärlich war sie auf den drei nördlichsten Stationen des Schnittes A (bis 9000 Zellen); auch an der deutsch-russischen Küste war *Nodularia* nicht häufig (0,6 bis 24 Millionen) und dicht an der südlichen Küste Schwedens (A 70) waren es nur 14 Millionen Zellen. Nördlich von Gotland fand ich *Nodularia spumigena* auch an den von der Küste entfernteren Stationen nur noch spärlich (4 bis 10 Millionen Zellen); nur die eine Station Kl 89 ergab wieder eine Steigerung bis zu 38 Millionen. Im allgemeinen scheint aber doch diese Art gegen den Finnischen und Bottnischen Meerbusen, sowie gegen die Küste hin an Zahl bedeutend abzunehmen. Auch Apstein [3] erwähnt, daß diese Alge nördlich $56^1/_2{}^0$ n. Br. spärlicher wird. August 1903 fand Apstein [5], ebenso wie ich, die Zahl dieser Art nach Westen hin zunehmen bis zu Station 5, dann aber ganz plötzlich abfallen.

Anabaena baltica Schmidt fand ich nur in wenigen Exemplaren auf A 96 und Kl 104. Wahrscheinlich handelt es sich um in die freie Ostsee herausgeschwemmte Exemplare.

Diatomeen. Die Mannigfaltigkeit der Diatomeen nahm östlich der Darsser Schwelle sehr rasch ab. Am auffallendsten war das plötzliche Verschwinden von *Chaetoceras curvisetum, Chaet. decipiens* und *Chaet. debile, Coscinodiscus concinnus* und *Cosc. excentricus, Fragillaria crotonensis* (eine Süßwasserform), *Guinardia flaccida* und *Rhizosolenia alata.* Alle diese Diatomeen-Arten waren in der Beltsee in ziemlicher

Anzahl vertreten, wurden aber östlich der Darsser Schwelle völlig vermißt. Zu ganz ähnlichen Resultaten kamen auch Apstein und Driver bei ihren Untersuchungen über Ostseeplankton.

Ziemlich allgemein über die Ostsee verbreitet erschienen besonders *Chaetoceras danicum, Coscinodiscus radiatus, Actinocyclus ehrenbergi* und *Thalassiosira baltica.* Von Gotland nördlich an der schwedischen Küste fehlte jedoch *Coscinodiscus radiatus* ganz; *Chaetoceras danicum* und *Actinocyclus ehrenbergi* traten hier nur in auffallend geringer Anzahl auf. Die Zahlen der östlich der Darsser Schwelle gefundenen Exemplare von *Coscinodiscus radiatus* sind aber ganz bedeutend kleiner wie die der Beltsee-Stationen. Die Zahlen für *Chaetoceras danicum* dagegen nehmen in der Beltsee deutlich ab. Die größten Wucherungen von *Chaetoceras danicum* waren in der nördlichen Ostsee zwischen Gotland und der russischen Küste zu finden; direkt über der Gotlandtiefe (A 96) fand ich das Maximum von 107 Millionen Zellen unter 1 qm Oberfläche. In der Nähe waren Stationen mit 29 bis 46 Millionen Zellen, während die Stationen an der schwedischen Küste nördlich Gotland nur 9000 bis 70000 Zellen aufwiesen.

Ganz auf die nördliche Ostsee beschränkt erschienen *Chaetoceras wighami, Chaet. simile* und *Chaet. gracile. Chaetoceras wighami* war am häufigsten auf den beiden nördlichsten Stationen Kl 90 und Kl 89, in der Nähe der schwedischen Küste (3 bis 5 Millionen Zellen). Diese Art erscheint dann auf den meisten Stationen des westlichen Teils der nördlichen Ostsee in ziemlicher Anzahl (an der Ostküste von Gotland sogar bis zu 2½ Millionen Zellen) und dringt südlich vor bis zur Danziger Bucht (A 77 und A 78). Mit Ausnahme dieser beiden Stationen jedoch ist *Chaetoceras wighami* an der ganzen deutsch-russischen Küste nicht gefunden worden. *Chaetoceras gracile* war sehr spärlich und in nur wenigen Fängen. Diese Art fand ich an der Nordost-Küste von Gotland am häufigsten, zusammen mit einem starken Auftreten von *Chaetoceras wighami.* Aber auch in der Danziger Bucht auf Station A 77 fand ich noch 12000 Exemplare dieser Art unter 1 qm.

Chaetoceras simile traf ich nur auf der einen Station A 83, und zwar in nicht allzu großer Anzahl. Es ist sehr leicht möglich, daß diese zarten, selteneren Chaetoceras-Arten, wenn sie bei den ersten Zählungen der kleineren Volumina, wo auf feine Arten besonders geachtet wurde, gar nicht oder nur selten bemerkt wurden, in einzelnen Fängen sich befanden, ohne sicher mitgezählt worden zu sein. Beim Durchzählen größerer Planktonvolumina nach größeren Organismen ist es nicht mehr möglich, auch auf diese feinen, zarten Gebilde zu achten. Zahlen, die sich aus diesem Grunde als unsicher ergaben, habe ich deshalb mit einem ? versehen.

Actinocyclus ehrenbergi, der auch in der Beltsee nicht gerade selten ist, ergab als Hauptwucherungsgebiet die russische Küste. Ich erhielt hier Zahlen von 105000 bis 253000 Zellen unter 1 qm Oberfläche, während diese Art auf den übrigen Stationen höchstens 20000 bis 30000 Zellen ergab. An der schwedischen Küste erhielt ich nur ganz geringe und unsichere Zahlen von 100 bis 200 Exemplaren unter 1 qm Oberfläche.

Thalassiosira baltica dagegen wucherte am üppigsten (300000 bis 1600000 Zellen unter 1 qm Oberfläche) gerade in der Gegend nördlich von Gotland an der schwedischen Küste, wo fast alle anderen Diatomeen-Arten und auch *Aphanizomenon flos aquae* in geringster Zahl auftraten. Aber auch an der russischen Küste war diese Art noch sehr häufig (15000 bis 90000 Exemplare). Im allgemeinen scheint *Thalassiosira baltica* gegen den Finnischen und Bottnischen Meerbusen hin häufiger zu werden, auch bemerkt man in der nordöstlichen Ostsee eine deutliche Zunahme gegen die Küste hin. Damit läßt sich allerdings nicht recht in Einklang bringen ein starkes Auftreten dieser Art auf den Stationen S 4 und 8 (30000 bis 40000 Exemplare). Apstein [5] hat August 1903 leider diese Art mit *Coscinodiscus radiatus* zusammengeworfen, so daß die größere Zahl (48000 Exemplare von *Thalass. baltica* und *Coscinodisc. radiatus*) auf S 4, gegenüber 1600 bis 4000 auf den Stationen 11, 5 und 6 und 0 Exemplare auf Station 7, nicht sicher von einem häufigeren Auftreten von *Thalassiosira baltica* auf S 4 herrührt; allein da ich *Coscinodiscus radiatus* östlich der Darsser Schwelle nur noch in unbedeutender Anzahl gefunden habe, so möchte ich fast annehmen, daß wir es hier mit Parallelerscheinungen zu tun haben.

Auch *Melosira borreri* fand ich ziemlich allgemein verbreitet über die Ostsee, allein die Zahlen waren nie bedeutend und meist waren viele Zwischenstationen ohne diese Art vorhanden.

Coscinodiscus oculus iridis fand ich in wenigen Exemplaren auf Station 3 und dann vereinzelt im Tiefenstrom des Hauptschnittes. Nur auf Station A 75 waren 16 Exemplare im Stufenfange 5 bis 0 m.

Ganz auffallenderweise ergab die nur 36 m tiefe Station A 81 (vor Memel) die für die Ostsee sehr hohe Zahl von 43000 Exemplaren unter 1 qm Oberfläche.

Peridineae. Von den Peridineen scheint östlich der Darsser Schwelle nur noch ein kleines *Peridinium* (ähnlich *Peridinium pellucidum*) und *Dinophysis acuta* heimisch zu sein. Es kommen wohl auch *Ceratium*-Arten, *Peridinium divergens* und *Dinophysis acuminata* vereinzelt vor, aber zu großen Wucherungen scheinen sie hier nicht mehr die nötigen Verhältnisse zu finden.

Die Ceratien scheinen östlich der Darsser Schwelle nicht mehr heimisch. *Ceratium fusus, C. furca, C. buccephalum, C. longipes* und *C. macroceras* waren nur noch im Tiefenstrom in ganz wenigen Exemplaren, allerdings noch bis zur Gotlandtiefe angetroffen worden. Leider habe ich beim Zählen nicht darauf geachtet, ob ich ein wohlerhaltenes Exemplar oder nur einen gut erhaltenen leeren Panzer ohne Weichkörper vor mir hatte. Da die Peridineen aber im Tiefenstrom nicht mehr zu assimilieren vermögen, so wird es sich bei den Funden in der östlichen Ostsee wohl nur um leere Gehäuse handeln können. Apstein [3] erwähnt auch, daß er östlich Rügen nur noch leere Panzer von Ceratien gefunden habe. Seine Tabelle (p. 114) zeigt deutlich, wie sich weit östlich bis zur Gotlandtiefe leere Panzer von Ceratien in ziemlicher Anzahl vorfanden. Auffallend ist ein ziemlich häufiges Auftreten von *Ceratium longipes* im Tiefenfange von A 83 (117 bis 70 m). Es kamen hier 1000 Individuen auf 1 cbm Wasser. In der Gotlandtiefe waren fast alle Arten von Ceratien vertreten, doch immer nur in wenigen Exemplaren. Aber auch *Ceratium tripos* forma *baltica,* die in der Beltsee sehr häufige Art, wird östlich der Darsser Schwelle plötzlich ganz selten (auf Station 5: 6 Millionen unter 1 qm Oberfläche und auf Station 8 nur noch 31 000 Exemplare). Östlich von Station 8 wird diese Art nur noch im Tiefenstrom in geringer Anzahl angetroffen, wenn auch bedeutend häufiger wie die übrigen *Ceratium*-Arten. Ebenso wie *Ceratium longipes* ist auch *Ceratium tripos* forma *baltica* im Tiefenfange von A 83 bedeutend häufiger als auf den benachbarten Stationen. Auffallend ist dann noch das Vorkommen einer großen Anzahl von *Ceratium tripos* forma *baltica* (19000 Exemplare unter 1 qm Oberfläche) auf der ganz nördlich gelegenen Station Kl 89.

Sämtliche früheren Angaben stimmen darin mit den meinen überein, daß östlich der Darsser Schwelle *Ceratium longipes, Cer. macroceras, Cer. fusus, Cer. furca* und *Cer. buccephalum,* meist auch *Cer. tripos* forma *baltica* entweder ganz verschwinden oder doch plötzlich und ganz bedeutend seltener werden. Auch Apstein 1901 [3] fand in der östlichen Ostsee nur noch im salzigeren Unterstrom mitgeführte Ceratien; in Oberflächenfängen hat er sie ganz vermißt. Nur *Ceratium tripos* forma *baltica* wurde von Hensen auf der zweiten Holsatiafahrt noch bei Öland in größerer Anzahl (2½ Millionen) und im Haff (72000 Exemplare) gefunden. Auch Apstein [5] fand diese Art August 1903 noch in ziemlicher Anzahl bis zu Station 10 der deutschen Terminfahrten. Allein im Verhältnis zu den Zahlen westlich der Darsser Schwelle sind auch diese Zahlen ziemlich unbedeutend. Aber auch die etwas größere Anzahl von *Ceratium tripos* forma *baltica* auf der nördlichen Station Kl 89 dieser Fahrt und die vereinzelten Funde Levanders [24, 28] im Finnischen Meerbusen können die allgemeine Ansicht, daß die Ceratien östlich der Darsser Schwelle (also in Wasser mit weniger als 10 ‰ Salzgehalt) nicht mehr heimisch sind, keineswegs umstoßen, denn im Vergleich zu ihrem Vorkommen von der Beltsee bis zur Nordsee bleiben die Funde in der Ostsee doch immer nur ganz unbedeutend.

Von den übrigen Peridineen: *Peridinium divergens* und einer kleinen, *Peridinium pellucidum* ähnlichen Art, sowie *Dinophysis acuta* und *Dinophysis acuminata* kann nach Lohmann [31] nur *Peridinium divergens* einigermaßen sichere Zahlen ergeben; die übrigen drei Arten sind so klein und daher der Fangverlust so groß, daß aus ihrem Fehlen in den Fängen nicht ohne weiteres auf das Fehlen dieser Arten an den betreffenden Stationen geschlossen werden darf. Von *Peridinium divergens,* das Levander [24, 27, 28] noch in wenigen, allerdings auch kleineren Exemplaren aus dem Finnischen Meerbusen erwähnt, fand ich nur wenige in der Beltsee. Östlich der Darsser Schwelle habe ich diese Art, die mit Müllergaze 20 doch ziemlich sicher gefangen werden sollte, in keinem Exemplar mehr angetroffen, dagegen fand ich hier eine kleine *Peridinium*-Art, die bis auf die Größenangabe ziemlich genau mit *Peridinium pellucidum* (Bergh) Schütt übereinstimmt. Die Länge betrug ca. 80 μ und die Breite ca. 70 μ; auch erscheint diese Art noch ein wenig rundlicher wie die im „Nordischen Plankton" abgebildeten. Übrigens ist diese Art mit der von Kräfft [21, p. 58] erwähnten kleinen Spezies identisch. Dieses *Peridinium* fand

ich östlich der Darsser Schwelle an vielen Stationen. Besonders häufig traf ich es auf S 4, in der Danziger Bucht und ganz im Norden auf den Stationen A 96, Kl 104 und Kl 89. Überhaupt lagen fast alle Fundorte näher der deutsch-russischen als der schwedischen Küste. Auch die beiden kleinen Peridineen-Arten: *Dinophysis acuta* und *Dinophysis acuminata* ergeben keine sicheren Fangresultate und sind vielleicht deswegen bisher stets nur spärlich gefunden worden. *Dinophysis acuta* fand ich noch verhältnismäßig häufig auf S 4 und in der Danziger Bucht auf A 77 gegen die Oberfläche hin. Die übrigen Zahlen sind nur unbedeutend. Diese Art wird auch von Levander [24, 28] im Finnischen Meerbusen erwähnt. *Dinophysis acuminata* war nur auf ganz wenigen Stationen in sehr geringer Anzahl vorhanden.

Protozoa. Die Protozoen waren hauptsächlich durch die Tintinnodeen[1]) vertreten. Ein allgemeiner Überblick über die Zählresultate zeigt, daß eine Gruppe hauptsächlich in der westlichen Ostsee oder noch weiter bis zur Nordsee hin in größerer Zahl auftritt, eine andere aber in den nördlichsten Gewässern, dem Bottnischen und Finnischen Meerbusen, heimisch ist und dort in großer Menge gefunden wird. Beide entsenden gegen die mittlere Ostsee hin Ausläufer. *Tintinnus subulatus, Tintinnopsis baltica* und *Tps. beroidea* scheinen ziemlich gleichmäßig über das von mir untersuchte Ostseegebiet verbreitet zu sein. Zu der in den westlichen Gebieten heimischen Gruppe rechne ich *Tintinnidium mucicola,* ferner *Tintinnopsis campanula, Tps. ventricosa* und vielleicht *Tps. nucula*[2]*);* aus der nördlichsten Ostsee stammen dagegen *Tintinnopsis brandti, Tps. tubulosa* (Levander, Merkle) und *Tps. lobiancoi.* Letztere ist ja allerdings auch von Brunsbüttel (Brandt [13, 14]) und vom Englischen Kanal (Belgische Terminfahrt Mai 1907 [15]), ferner von Neapel, Bombay und der Sargasso-See bekannt, allein auf dieser Fahrt war sie nur auf den nördlichsten Stationen vertreten, was mich veranlaßte, sie dieser Gruppe zuzuzählen. *Tintinnopsis tubulosa* ist über die ganze Ostsee verbreitet, doch gegen den Bottnischen und Finnischen Meerbusen hin nimmt ihre Zahl bedeutend zu, auch treten hier häufiger die größeren Gehäuse auf.

Ausführlicher habe ich über die Verbreitung der Tintinnodeen bei der deutschen Ostsee-August-Fahrt 1907 in einer früheren Arbeit [32] berichtet.

Wie eine neu erschienene Arbeit von G. Entz jun.[3]) zeigt, hat sich die in meiner früheren Arbeit p. 181 erwähnte Vermutung gerechtfertigt, daß die Angaben von Stein und Entz betreffs der Kernzahl von *Tintinnidium fluviatile* einer Prüfung bedürften. Entz jun. hat auch bei *Td. fluviatile* zwei Kerne festgestellt. Mikronuklei hat er allerdings nicht beobachtet. Die Exemplare aus Apsteins Material von der Hoborg-Bank, die ich in meiner letzten Arbeit p. 181 erwähnt habe, besitzen aber außer den zwei Kernen auch noch je einen Nebenkern, so daß ihre Bestimmung als *Td. mucicola* sicher richtig ist. Ich habe das Material gerade daraufhin jetzt nochmals untersucht.

Von Protozoen fand ich bei meinen Zählungen außer den Tintinnodeen nur noch die an Chaetoceras festsitzende Art *Cothurnia maritima* (Ehrbg.). Die Stufenfänge haben gezeigt, daß diese Art, entsprechend dem Auftreten der Chaetoceras-Arten, sich nur in den obersten Wasserschichten entwickelt und es ist daher richtiger, die Zahlen unter 1 qm Oberfläche zu benutzen. Meine Ergebnisse bestätigen Drivers [14] Annahme, daß diese Art in der östlichen Ostsee zu Hause ist und sich nach Westen um so weiter verbreitet, je mehr das Wasser der eigentlichen Ostsee an der Oberfläche vordringt. Mein westlichster Fundort ist Station 8; hier haben wir noch einen Oberflächensalzgehalt unter 8 ‰, also dem der eigentlichen Ostsee ungefähr gleich. Westlich von Station 8 dagegen steigt der Oberflächensalzgehalt rapid: auf Station 5 schon 10 ‰ und auf Station 3 bereits über 16 ‰. Nach Aurivillius [7] tritt *Cothurnia maritima* von Juli bis November auf, und es dürfen deshalb die Ergebnisse dieser August-Fahrt als ziemlich typisch angesehen werden. Ich fand diese Art, stets auf Chaetoceras festsitzend, am häufigsten auf der Hoborg-Bank und über der Gotlandtiefe; auffallend spärlich war *Cothurnia maritima* nördlich Got-

[1]) In meiner früheren Arbeit: „Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee", in der ich ausführlich über Sporenbildung bei *Cyttarocylis denticulata* berichtete, habe ich leider eine Literatur-Angabe von Gran unerwähnt gelassen. Bald nach dem Erscheinen der Arbeit fand ich zufällig die Notiz in: Gran: Das Plankton des norwegischen Nordmeeres, in: Report on Norwegian Fishery- and Marine-Investigations, Vol. II, 1902, Nr. 5, wo er p. 199 von 8 kleinen, behäuteten Zellen in Hülsen von *Cytt. denticulata* spricht. Gran hält diese Gebilde für eine Art von Dauersporen und schreibt, daß sie sehr oft und regelmäßig vorkommen.

[2]) *Cyttarocylis denticulata* var. *media,* deren Vertreter ich in der Gotlandtiefe fand, ist ein Gast aus der Nordsee.

[3]) G. Entz jun.: Die Süßwasser-Tintinniden, in: Mathem. und Naturw. Berichte aus Ungarn. Band XXV. Leipzig 1909.

land an der schwedischen Küste, doch ist dies offenbar mit dem Verschwinden der Chaetoceras-Arten in diesem Gebiet in Zusammenhang zu bringen. *Cothurnia maritima* wird von Levander [26] auch noch aus dem Bottnischen und Finnischen Meerbusen als häufig erwähnt.

Vermes. Von den hierher gehörenden Gattungen ergab eigentlich nur *Syndiaeta* bemerkenswerte Zahlen. Vertreter der 3 *Anuraea*-Arten des Süßwassers: *An. aculeata, An. codlearis* und *An. cruciformis* traten ganz vereinzelt an der schwedischen Küste zwischen Gotland und Stockholm auf; nur auf Kl 90 war *An. aculeata* und *An. codlearis* in größerer Menge vorhanden (77000 und 49000 Exemplare unter 1 qm).

Synchaeta baltica und *Syndiaeta monopus* hat Levander [25] im Finnischen und Bottnischen Meerbusen sehr verbreitet gefunden. Plate [37, 38] erwähnt aus der nördlichen Ostsee *Syndiaeta apus* und *Synch. monopus* als häufig. Levanders [25] Vermutung, daß diese *Syndiaeta apus* mit *Syndiaeta baltica* übereinstimme, wurde durch Untersuchungen Nordqvist's an Plates Material bestätigt. Hensen hat keine Zunahme dieser beiden Arten von der westlichen Ostsee gegen Osten hin bemerkt. Dagegen fand ich ebenso, wie Apstein und Driver, das stärkste Auftreten dieser Arten in der östlichen und nördlichen Ostsee. Hervorzuheben ist, daß *Syndiaeta monopus* durchschnittlich in bedeutend größerer Anzahl vertreten war, als *Syndiaeta baltica*. Meine Stufenfänge ergaben eine starke, oft plötzlich auftretende Zunahme der Individuenzahl gegen die Wasseroberfläche hin. Beide Arten hatten das Maximalauftreten auf der Station A 74 der Mittelbank oder auf der benachbarten A 75. *Syndiaeta monopus* war auf A 74 und im Fange A 75 (5—0 m) mit je 104000 Individuen pro cbm Wasser häufig vertreten. Von *Synchaeta baltica* fand ich auf A 74 9000 und im Fange A 75 in der Wasserschicht 5—0 m 14000 Exemplare pro cbm Wasser. Obwohl diese Zahlen gegenüber denen von *Syndiaeta monopus* ganz bedeutend zurücktreten, so überwiegen sie doch die sämtlicher übrigen Ostseestationen stark. Ziehen wir nun noch in Betracht, daß die Stufenfänge ein ganz plötzliches starkes Anwachsen der Individuenzahl in der Schicht 0—5 m ergeben[1]), daß also bei der Berechnung der hier verwendeten Zahlen die eigentliche Individuenzahl des Fanges von A 74 nicht durch 20, sondern durch 5 hätte geteilt werden müssen, um besser vergleichbare Zahlen von diesen beiden Stationen zu erhalten, so ergibt sich die vierfache Anzahl auf den cbm Wasser von 5—0 m der Station A 74. Dies zeigt, daß das Maximum beider Arten ganz entschieden auf die Stationen der Mittelbank entfällt.

Größere Zahlen ergaben dann noch die Stationen A 77 und A 78 der Danziger Bucht, sowie die auf oder in der Nähe von seichtem Wasser liegenden Stationen A 70, 69, 87, 85, 91 und 92, sowie Kl 107, 95, 89 und 90. Westlich der Mittelbank fand ich beide Arten nur noch spärlich vertreten. *Synchaeta baltica* ging bis Station 8 und *Syndiaeta monopus* westlich bis zu Station 5. Hensen und Lohmann fanden diese beiden Arten auch in der Beltsee häufig, doch konstatiert Lohmann ein sehr rasches Abnehmen der Individuenzahl nach dem im Juli in der Kieler Föhrde auftretenden Maximum.

Syndiaeta-Eier fand ich auch in der östlichen und nördlichen Ostsee ganz allgemein verbreitet; ein Maximum ergaben die an der Ostküste Gotlands gelegenen Stationen A 92 und Kl 107. Eine ähnliche Zunahme der Eizahl auf je 100 Individuen gegen Osten hin, wie sie Apstein [3] gefunden hat, konnte ich nicht feststellen.

Sagitta bipunctata wurde bisher östlich der Beltsee meines Wissens nur von Hensen auf der zweiten Holsatia-Fahrt bei Stolpe und Brüsterort, von Apstein [5] August 1903 im Tiefenwasser von den Stationen 12 und S 4 und von Driver [16] im Tiefenwasser von Station 12 in wenigen Exemplaren angetroffen. Kräfft [21] erwähnt diese Art ebenfalls aus dem Tiefenwasser seiner Station 10 (zusammenfallend mit S 4) in geringer Anzahl. Ich fand Exemplare dieser Art östlich der Darsser Schwelle noch im Tiefenwasser von A 66 und A 75, ferner ein Individuum auf Kl 104, also noch nördlich der Gotlandtiefe, bei dem schwachen Salzgehalt von 7—11 ‰.

Bryozoa. *Cyphonautes,* die Larve der *Membranipora,* die Driver bei den Untersuchungen der deutschen Ostsee-Terminfahrten 1905 gerade im August am seltensten antraf, fand ich in wenigen Exemplaren

[1]) Am deutlichsten zeigt dies Station A 75: 0—5 m 104000 / 5—54 m 5000 / 54—74 m 9000 } Individuen pro 1 cbm Wasser.

in der Beltsee auf den Stationen 1 und 3, ferner noch auf der nördlichsten Station Kl 90. Übrigens erwähnt Levander diese Larve aus dem Finnischen Meerbusen und aus den Esbo-Skären. Ob die *Cyphonautes* der nördlichsten Ostsee mit denen der Beltsee identisch sind, vermochte ich nicht festzustellen; auch ist mir das bisher stets konstatierte Fehlen des *Cyphonautes* im Gebiete zwischen Beltsee und der nördlichsten Ostsee nicht recht erklärlich. Vielleicht dürfte dies auf eine Verschiedenheit der Funde der Beltsee und der nördlichsten Ostsee hindeuten. Es ist aber auch leicht möglich, daß das Vorkommen von *Cyphonautes* sehr an die Küstennähe gebunden ist, da wir es ja mit der Larve eines festsitzenden Tieres zu tun haben. Leider wurden jedoch sowohl bei dieser Fahrt, wie bei den früheren, nur ganz vereinzelte Fänge in sehr seichtem Wasser ausgeführt. Immerhin hätten auch in diesem Falle einige in die freie Ostsee getriebene Exemplare mitgefangen werden sollen. Station 3 mit 30 m Tiefe und Kl 90 mit 68 m Tiefe zeichnen sich nicht gerade durch besonders seichtes Wasser aus.

Copepoda. Die Stufenfänge ergaben überall deutlich eine starke Zunahme der Copepoden-Spermatophoren und der Centropages-Eier gegen die Oberfläche hin. Für die Copepoden-Eier bieten die Stationen A 94, A 96 und S 4 dasselbe Bild. Die zuerst gezählten Fänge der Stationen A 66, 75 und 83 ergaben wohl in der Tiefe mehr Copepoden-Eier, allein dies dürfte wohl daher rühren, daß ich erst leider auch leere Eihüllen mitgezählt habe. Dafür, daß dies der richtige Grund ist, sprechen auch die Stufenfänge der Station A 75: bei 74—54 m 12000, bei 54—5 m 3000 und bei 5—0 m 12000 Copepoden-Eier pro cbm Wasser. *Oithona*-Eier (in Säcken) fand ich nur auf den Stationen 1, 3 und 5, östlich davon nur ganz vereinzelt in Tiefenfängen der Stationen A 66 und S 4.

Oithona similis (Claus) selbst nimmt von Station 1 bis 5 rasch und stark an Zahl ab (25000, 3000, 900 Exemplare pro cbm Wasser). Östlich davon fand ich diese Art in größerer Anzahl nur noch in Tiefenfängen der Stationen A 66 (82—54 m), A 75 (74—54 m) und S 4 (90—60 m): 1000 bis 3000 Individuen pro cbm Wasser. Der Fang der Station A 83 aus einer Tiefe von 117—70 m gibt mit 60 Exemplaren pro cbm Wasser das östlichste Vorkommen auf dieser Fahrt. Hier muß *Oithona* bei dem schwachen Salzgehalt von höchstens 11 ‰ noch gelebt haben. Warum sie aber weiter östlich, wo bis zur Gotlandtiefe immer noch 10—12 ‰ Salzgehalt in der Tiefe vorhanden ist, nicht mehr gefunden wurde, kann ich nicht sagen.

Wie die Eier und Spermatophoren, so nehmen auch die Copepoden-Larven (Nauplien) in den höheren Wasserschichten an Zahl ganz bedeutend zu. Die Stufenfänge der Stationen A 83, 94 und 96 ergaben, daß in Wasserschichten unter 75 m die Zahlen ganz verschwindend gering werden. Auch die *Copepoda-juvenes* zeigen ein häufigeres Auftreten gegen die oberen Schichten hin, allein nicht so deutlich, wie die Nauplien.

Paracalanus parvus (Claus) fand ich auf den Stationen 1 und 3 noch ziemlich häufig, auf 5 und 8 nur noch selten und östlich von Station 8 gar nicht mehr, eine Tatsache, die mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen übereinstimmt und die dafür spricht, daß er sich dem schwächer salzigen Wasser der eigentlichen Ostsee nicht mehr anpassen kann. Oberg [37 p. 93] sieht *Paracalanus* als einen Gast aus der Nordsee an, der in der westlichen Ostsee so ungünstige Lebensverhältnisse vorfindet, daß er nicht mehr zur Fortpflanzung schreitet. Auch werden von Oberg im Kieler Hafen die Jugendstadien von *Paracalanus parvus* „je jünger, um so seltener und die ersten drei Naupliusstadien gar nicht gefunden". Oberg glaubt, daß bei dem Wechsel des Salzgehalts auf dem Wege von der Nordsee zur Ostsee die jüngsten als die zartesten zuerst absterben. Diese Ansicht hält Kräfft [21] für nicht ganz einwandsfrei. Obwohl er die Fortpflanzung von *Paracalanus* in der Ostsee nicht direkt feststellen konnte, schließt er doch, infolge des häufigen Auftretens von *Paracalanus* in der Beltsee (nach Driver [16] bis zu 20,8 % aller Copepoden) auf die Wahrscheinlichkeit, daß *Paracalanus* nicht einzig als Gast in der Ostsee aufzufassen sei. Auch die ähnliche Verbreitung wie *Oithona,* die *Paracalanus* nach Driver in der Ostsee zeigt, führt Kräfft für seine Behauptung an.

Die Stufenfänge ergaben, daß *Acartia bifilosa* (Giesbr.) und *Acartia longiremis* (Lilljeb.), *Centropages hamatus* (Lilljeb.) und *Temora longicornis* (O. F. Müller) mehr die höheren Wasserschichten bevorzugen, jedenfalls unter 75 m nur noch ganz vereinzelt angetroffen wurden. *Pseudocalanus elongatus* (Boek) dagegen scheint mehr in den tieferen Schichten (unter ca. 50 m) vorzukommen. In Tiefen unter

75 m vertritt er fast ganz allein die Copepodenfauna, wie die Stufenfänge der Stationen A 83, A 94 und A 96 sehr deutlich zeigen. Nordqvist [36] fand bei Grundkallen eine ganz ähnliche Erscheinung; er sagt, daß hier, am Südende des Bottnischen Meerbusens, in einer Tiefe von 180—230 m *Pseudocalanus elongatus* die Hauptmasse des Planktons ausmache.

Station	A 66		A 75		A 83		A 94		A 96	
	m Tiefe	Anzahl pro cbm	m Tiefe	Anzahl pro cbm	m Tiefe	Anzahl pro cbm	m Tiefe	Anzahl pro cbm	m Tiefe	Anzahl pro cbm
Pseudocalanus elongatus (Boek)			5—0	—						
	54—0	—	54—5	1536	70—0	2475	75—0	631	75—0	2544
	82—54	945	74—54	4884	117—70	2125	158—75	269	210—75	65
Summe der Individuenzahlen von *Acartia bifilosa*, *Acartia longiremis*, *Centropages hamatus* und *Temora longicornis*			5—0	448						
	54—0	3607	54—5	4267	70—0	3955	75—0	1271	75—0	4261
	82—54	1145	74—54	5796	117—70	34	158—75	20	210—75	12

Die Stufenfänge der Stationen A 66 und A 75 ergeben ein ganz deutliches Zunehmen der Anzahl von *Pseudocalanus elongatus* unter ca. 50 m, wogegen die obersten ausgesüßten Schichten diese Art ganz vermissen lassen. Auch wurde im Oberflächenplankton der anderen Stationen *Pseudocalanus elongatus* stets vermißt. In größeren Tiefen scheint diese Art jedoch ebenfalls wieder seltener zu werden (vielleicht wegen Nahrungsmangel). Dies zeigen die Stationen A 94 und A 96; allein hier ist an der Kleinheit der Zahlen sicher auch der große Faktor schuld, mit dem die Anzahl im Fange dividiert werden muß. *Pseudocalanus elongatus* verträgt offenbar ein allmähliches Sinken des Salzgehalts von dem der Nordsee bis auf ca. 6 ‰ (Kl 99, 85, 93 und 90). Auf Kl 85 und Kl 90 haben wir nur Wasser mit weniger als 7 ‰ Salzgehalt, auf Kl 90 sogar teilweise unter 6 ‰. Jedenfalls sucht er hier aber nicht auch das Oberflächenwasser auf, wie in der westlichen Ostsee und der Nordsee. Dies Verhalten ist ein Zeichen dafür, daß *Pseudocalanus* mit dem Tiefenwasser in die östliche Ostsee geführt wird und auch bei allmählicher Aussüßung dort noch zu leben vermag. Ich habe *Pseudocalanus elongatus* auf fast allen Stationen der nördlichen Ostsee angetroffen, allein östlich der Darsser Schwelle, in dem schwächer salzig werdenden Wasser, erreicht seine Anzahl niemals mehr die der Stationen in der Beltsee. Nach Nordqvist [36] wurde er noch nördlich der Ålandsbank bei Grundkallen im Tiefenwasser gefunden, auch Levander [26] erwähnt ihn in den Tiefenfängen von Kobbaklintar. Apstein [5] fand August 1903 diese Art ebenfalls östlich der Darsser Schwelle nur noch in geringer Anzahl.

Über das ganze Untersuchungsgebiet dieser Fahrt verbreitet fand ich *Acartia bifilosa* und *Acartia longiremis, Temora longicornis* und *Centropages hamatus.* Das Maximalauftreten der beiden Acartien fällt nach Driver [16] in den Monat August. Nordqvist [35] fand *Acartia longiremis* vereinzelt noch im südlichen Bottnischen und im Finnischen Meerbusen, ebenso Lilljeborg in den Skären Stockholms; Levander [26] erwähnt sie aus der Ålandsee und *Acartia bifilosa* aus der Ålandsee und dem Finnischen Meerbusen; nach Nordqvist [35] kommt die letztere Art auch im Bottnischen Meerbusen vor und reicht hier sogar nördlich bis Töjby (5,24 ‰ Salzgehalt). Das Maximalauftreten fiel bei beiden Arten in das mittlere Ostseegebiet zwischen Bornholm, Gotland und der Danziger Bucht. *Acartia bifilosa* scheint im allgemeinen *Acartia longiremis* an Anzahl etwas zu übertreffen; sie zeigt ein ganz deutliches Maximalauftreten auf den Stationen bei Öland, auf der Mittel- und Hoborg-Bank und vor Memel. *Acartia longiremis* dagegen zeigte keine so auffallende Maxima. Auf den Stationen 8 und S 4 waren mit 5000 Exemplaren pro cbm Wasser die Maximalzahlen erreicht. Die nächstgrößten Zahlen (2—3000 Individuen pro cbm Wasser)

ergaben die Stationen der Hoborg-Bank und einige der Danziger Bucht. Die Stufenfänge zeigten ganz verschiedene Resultate, so daß ein Bevorzugen tieferer oder höherer Schichten nicht zutage trat.

Temora longicornis ist von Nordqvist [35] noch in der Ålandsee (aus einer Tiefe von 230—180 m) und von Levander [26] auch im Finnischen Meerbusen gefunden worden. Driver [16] konstatierte ein bedeutendes Zunehmen der Individuenzahl im schwächer salzigen Ostseewasser. Meine Funde dagegen ergaben, daß diese Art im allgemeinen ziemlich gleichmäßig über die ganze Ostsee verbreitet erscheint. Die Individuenzahl schwankte sowohl in der Beltsee als auch in der östlichen und nördlichen Ostsee recht erheblich, und diese Schwankungen traten so unregelmäßig auf, daß ein Zusammenhang mit den physikalischen Erscheinungen nicht zu erkennen war. Die höchsten Zahlen ergaben die Fänge von Station 1: 4400 Exemplare pro cbm Wasser bei 16—22 ‰ Salzgehalt und von S 4 (60—0 m): 5400 Exemplare pro cbm Wasser bei 7—8 ‰ Salzgehalt; daneben steht Station 8 mit 4200 Individuen pro cbm Wasser bei 7—11 ‰ Salzgehalt.

Centropages hamatus fand ich, ähnlich wie die vorige Art, im allgemeinen ziemlich gleichmäßig über die ganze Ostsee verbreitet. Nach Aurivillius [7] kommt diese Art bis in den Finnischen Meerbusen und nach Levander [26] und Nordqvist [36] bis zur Ålandsee vor. Driver [16] fand ebenso wie ich eine ziemlich gleichmäßige Verbreitung von *Centropages hamatus* von der Beltsee bis zur Danziger Bucht. Auffallend ist, daß die größten, wenn auch nicht sehr hervorragenden Individuenzahlen, ähnlich wie bei *Acartia longiremis* und *Acartia bifilosa,* in das Gebiet zwischen Bornholm, Gotland und der Danziger Bucht fielen.

Von den übrigen Copepoden sind noch zu erwähnen: *Harpacticiden, Eurytemora hirundo* (Giesbr.) und *Limnocalanus grimaldii* (Guerne) [18].

Harpacticiden waren, wohl da sie nicht pelagisch sind, sondern sich stets in Küstennähe halten, nur in drei Fängen. In der westlichen Ostsee auf den Stationen 1 und 3 waren einige wenige Exemplare und auf Kl 93, in der Nähe von Stockholm, war im ganzen Fange nur ein Individuum.

Limnocalanus grimaldii, ein nach Giesbrecht [18] in der nördlichen Ostsee heimischer Copepode, fand sich nur auf den nördlichsten Stationen dieser Fahrt, an der schwedischen Küste sogar in nicht unbeträchtlicher Anzahl. Weiter südlich erwähnt Apstein [5] einen *Limnocalanus* (Mai) auf Station 12 und (August) auf Station 12 und S 4 als ziemlich häufig.

Eurytemora hirundoides fand ich sowohl in der Beltsee als auch in der östlichen und nördlichen Ostsee. Die nördlichsten Stationen und die an der schwedischen Küste waren bevorzugt.

Crustacea cetera. *Bosmina maritima* (P. E. Müller), von Levander [26] und Aurivillius [7] als Sommerform bezeichnet, ebenso von Apstein [5] 1903 und Driver [16] 1905 nur im Monat August gefunden, war von Station 5 ab östlich auf den meisten Stationen vertreten. Wie Driver, so habe auch ich diese Art westlich von Station 5 vermißt. Die von mir gezählten Stufenfänge bestätigen das Ergebnis Hensens [20], daß *Bosmina maritima* näher der Oberfläche entschieden dichter vertreten ist. Schon Hensen [20] vermutete bei der ersten Holsatiafahrt, daß in den salzärmeren Gebieten der Ostsee das Hauptverbreitungsgebiet dieser Art liege. Levander [26] gibt an, daß *Bosmina maritima* die größte Entwicklung in den innersten Enden des Bottnischen und Finnischen Meerbusens habe. Die Ergebnisse meiner Zählungen zeigen keine Regelmäßigkeit, doch treten größere Zahlen (über 100 Stück pro cbm Wasser) nur nördlich der Gotlandtiefe auf. An der russischen und schwedischen Küste waren es teilweise 400—600 Exemplare pro cbm Wasser. Auch Apstein [3] schreibt die von ihm 1901 gefundene, nach Osten hin stattfindende Abnahme der *Bosmina maritima* nur dem Verschwinden dieser Art in der späteren Jahreszeit (Oktober) zu.

Evadne nordmanni (Lovén) zeigt nach den Stufenfängen ein deutliches Zunehmen der Anzahl gegen das Oberflächenwasser hin. Ich fand diese Art über die ganze Ostsee verbreitet; doch ergaben sich die weitaus größten Zahlen (1000—4000 Exemplare pro cbm Wasser) auf der Mittel- und Hoborg-Bank und dicht an der schwedischen Küste südlich von Öland. Wie *Bosmina maritima,* wird auch diese Art im Winterplankton stets vermißt, doch scheint die Zeit des Hauptauftretens im Sommer ausgedehnter zu sein als bei *Bosmina maritima.* Levander erwähnt diese Art als vereinzelt im Finnischen Meerbusen; nach den Bulletins [15] soll sie im Bottnischen und Finnischen Meerbusen in großer Zahl vertreten sein. Hensen

fand *Evadne nordmanni* bei der ersten Holsatiafahrt noch 100 Seemeilen westlich der Hebriden zahlreich, also in über 35 ‰ Salzgehalt. *Evadne nordmanni* scheint daher einen großen Wechsel im Salzgehalt vertragen zu können.

Von der Gattung *Podon* habe ich die drei Arten: *P. leuckarti, P. intermedius* und *P. polyphemoides* in der Ostsee angetroffen. *Podon leuckarti* (Sars.) war jedoch nur in zwei Fängen (Station 1 und Hoborg-Bank) in wenigen Exemplaren vertreten. *Podon polyphemoides* (Leuckart) vermißte ich westlich der Danziger Bucht in Vertikalfängen ganz; im Oberflächenplankton wurde er aber während der Fahrt noch westlich bis zur Beltsee (Station 3) festgestellt. Dagegen scheint das Verbreitungsgebiet von *Podon intermedius* (Lilljeb.) gerade westlich der Danziger Bucht zu liegen. In der Danziger Bucht selbst und nördlich davon traf ich diese Art nur in vier Fängen sehr selten. *Podon* scheint, nach den Stufenfängen zu schließen, wie die anderen Daphniden, hauptsächlich ein Bewohner der höheren Wasserschichten zu sein. Auch Aurivillius [7] vermutet das Hauptverbreitungsgebiet von *Podon polyphemoides* in der östlichen Ostsee; ebenso erwähnt Levander [26] nur diese *Podon*-Art aus dem Finnischen Meerbusen. Driver [16] jedoch fand sie nur in der Beltsee, während aber gleichzeitig die Bulletins ihr Vorkommen nur in finnische Gebiete verlegen. Auch *Podon intermedius* ist bis in die nördlichsten Ostseegebiete hinein, allerdings nur selten, gefunden worden; diese Art wird häufiger aus dem Skagerrak erwähnt. *Podon leuckarti* scheint ebenfalls größeren Salzgehalt zu beanspruchen.

Mysideen wurden mit dem mittleren Planktonnetz in nur wenigen Exemplaren auf zwei Stationen in der Beltsee und etwas häufiger auf den nördlichsten Stationen dieser Fahrt gefangen. Die letzteren Funde wurden von Herrn Professor Apstein stets als *Mysis mixta* (Lilljeborg) bestimmt. Mit größeren Netzen wurden Mysideen fast auf allen Stationen dieser Fahrt, zum Teil in recht großer Menge, erbeutet.

Mollusca. Von den Mollusken waren am häufigsten Muschellarven vertreten. Schneckenlarven waren am zahlreichsten bei der Darsser Schwelle; in der nordöstlichen Ostsee waren die Funde sehr spärlich und stets in Küstennähe. *Limacina retroversa* (Flem.) fand ich nur in der Beltsee.

Die Muschellarven, die gerade im August ihr Maximalauftreten haben, waren über die ganze Ostsee verbreitet. Ein sehr deutliches Maximum ergab sich auf der flachen Mittelbank (12000 Individuen pro cbm Wasser); auch die benachbarten Stationen gegen Gotland und die Südspitze von Öland hin (mit 1000—1600 Exemplaren pro cbm Wasser) überragten an Zahl die übrigen Stationen noch sehr stark. Die Stufenfänge zeigten meist ein reichlicheres Auftreten in den oberen Wasserschichten, in denen die Larven einige Zeit schwärmen, ehe sie sich auf den Boden niederlassen.

Tunicata. Die Appendicularien waren vertreten durch *Oikopleura dioïca* (Fol.) und *Fritillaria borealis* (Lohmann). *Oikopl. dioïca,* deren Hauptauftreten in die Monate August bis November fallen soll, und die bisher nur sehr wenig in der östlichen Ostsee gefunden wurde, war in den von mir untersuchten Fängen sehr selten. Merkwürdigerweise aber fallen meine drei Fundorte sämtlich in die Danziger Bucht und die nördliche Ostsee. Zwei Exemplare waren sogar noch im Fange der nördlichsten Station Kl 87. *Fritillaria borealis,* die nach Levander [26] im Winter vom Skagerrak bis zum Finnischen Meerbusen verbreitet ist, fand ich auffallenderweise fast nur von Gotland an nördlich. Hier jedoch hatte so ziemlich jede Station einige Vertreter dieser Art. Südlich von Gotland fand ich *Frit. borealis* nur zweimal in der Danziger Bucht sehr selten. Leider sind hier keine Schließnetzfänge gemacht worden, doch wird *Fritillaria* nur in der Tiefe gelebt haben, wo sie kältere und salzigere Wasserschichten vorgefunden hat. Auch Apstein [3] vermißte sie westlich der Hoborg-Bank.

Cetera animalia. Fischeier und Fischlarven, ebenso Hensens Sternhaarstatoblast waren nur sehr selten vorhanden, so daß ihre Zahlen keine faunistischen Ergebnisse liefern können. Nach Driver [16] nimmt übrigens die Zahl der Sternhaarstatoblasten im August schon sehr ab.

Literaturverzeichnis.

1. Apstein, C. (1896). Das Süßwasserplankton. Kiel 1896.
2. Apstein, C. (1900). Plankton in Rügenschen Gewässern, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Vol. V, pag. 39—44.
3. Apstein, C. (1902). Das Plankton der Ostsee, in: Abhandl. des Deutschen Seefischereivereins. Band VII. Berlin 1902.
4. Apstein, C. (1904). Die Schätzungsmethode der Planktonforschung, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band VIII.
5. Apstein, C. (1905). Das Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten, I. Teil, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band IX.
6. Apstein, C. (1908). Übersicht über das Plankton 1902—1907, in: Die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. IV.—V. Jahresbericht. Berlin 1908.
7. Aurivillius, C. W. S. (1896, 2). Das Plankton des Baltischen Meeres, in: Bih. Svenska Ak. Vol. 21. Afd. 4. Nr. 8.
8. Brandt, K. (1895). Über das Stettiner Haff, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Vol. 1, pag. 107—144.
9. Brandt, K. (1896). Die Tintinnen (der Grönlandexpedition unter der Leitung Dr. von Drygalski's 1892—93), in: Bibliotheca zoologica. Heft 20, Lief. 2. Stuttgart.
10. Brandt, K. (1897). Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht, in: Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft, 7. Jahresversammlung zu Kiel 1897.
11. Brandt, K. (1898). Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band III.
12. Brandt, K. (1899). Über den Stoffwechsel im Meere, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band IV.
13. Brandt, K. (1906). Die Tintinnodeen der Planktonexpedition, Atlas und Vorwort. Kiel 1906.
14. Brandt, K. (1907). Die Tintinnodeen der Planktonexpedition, systematischer Teil. Kiel 1907.
15. Bulletins des résultats acquis pendant les croisières periodiques. Copenhague.
    Année 1902—1903, Band 1—4.
    Année 1903 1904, Band 1—4.
    Année 1904—1905, Band 1—4.
    Année 1905—1906, Band 1—4.
    Année 1906—1907, Band 1—4 et Partie supplémentaire.
16. Driver, H. (1907). Das Ostseeplankton der vier deutschen Terminfahrten im Jahre 1905, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band X.
17. Ekman-Pettersson (1893). Den svenska hydrografiska Expeditionen ar 1877, in: Kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens-Handlingar. Bandet 25, Nr. 1. Stockholm 1893.
18. Giesbrecht-Schmeil (1898). Copepoda, in: Das Tierreich, herausgegeben von der deutschen zoologischen Gesellschaft. Berlin 1898.
19. Hensen, V. (1886). Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, in: V. Jahresbericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere (1882—86). Berlin.
20. Hensen, V. (1891). Das Plankton der östlichen Ostsee, in: VI. Jahresbericht der Kommisson zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere (1887—91). Berlin.
21. Kräfft, F. (1908). Über das Plankton in Ost- und Nordsee und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band XI.
22. Krümmel, O. (1904). Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung, in: Veröffentl. des Instituts für Meereskunde. Heft 6. August 1904.
23. Laackmann, H. (1906). Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. N. F. Vol. X.
24. Levander, K. (1894). Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, unter besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna, Teil I, Protozoa, in: acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 12. Helsingfors 1895.

25. Levander, K. (1895). Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna, Teil II, Rotatoria, in: acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 12. Helsingfors 1895.
26. Levander, K. (1899 1900). Über das Herbst- und Winterplankton im Finnischen Meerbusen und in der Ålandsee 1898, in: acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 18. Helsingfors 1900.
27. Levander, K. (1901). Zur Kenntnis des Planktons und der Bodenfauna einiger seichten Brackwasserbuchten, in: acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 20. Helsingfors 1901.
28. Levander, K. (1901). Übersicht der in der Umgebung von Esbo-Löfö im Meerwasser vorkommenden Tiere, in: acta societatis pro fauna et flora fennica. Vol. 20. Helsingfors 1901.
29. Lohmann, H. (1901). Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20 zu dem Zwecke quantitativer Untersuchungen des Auftriebs, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. N. F. Vol. 5, Heft 2.
30. Lohmann, H. (1903). Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. N. F. Vol. 7.
31. Lohmann, H. (1908). Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band X.
32. Merkle, H. (1909). Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band XI.
33. Möbius, K. (1887). Systematische Darstellung der Tiere des Planktons, gewonnen in der westlichen Ostsee und auf einer Fahrt von Kiel in den Atlantischen Ozean bis jenseits der Hebriden, in: 5. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.
34. Möbius, K. (1888). Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht, in: Archiv f. Naturgesch. Vol. 1.
35. Nordqvist, O. (1888). Die Calaniden Finnlands. Helsingfors 1888.
36. Nordquist, O. (1890). Bidrag till Kännedomen om Bottniska vikens och norra Östersjöns evertebratfauna, in: Meddel. Soc. pro fauna et flora fennica. 1890.
37. Oberg, M. (1906). Die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band IX.
38. Plate, L. (1885). Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien, in: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft und Medizin. Band XIX. N. F. XII, 1885, pag. 1—120, Taf. I bis III.
39. Plate, L. (1890). Über die Rotatorienfauna des Bottnischen Meerbusens nebst Beiträgen zur Kenntnis der Anatomie der Philodiniden und der systematischen Stellung der Rädertiere, in: Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Band XLIX, 1890, pag. 1—42, Taf. I.
40. Publications de Circonstance Nr. 33. Copenhague 1906.
41. Publications de Circonstance Nr. 37. Copenhague 1907.
42. Ruppin, E. (1905). Zweiter Beitrag zur Bestimmung und Verwertung des Gasgehaltes des Meerwassers, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Band VIII. 1905.

Bemerkungen zu den Tabellen.

In den Tabellen habe ich alle ziemlich unsicheren Werte mit einem ? versehen. Als unsicher ergaben sich die Zahlen:

1. für kleinere Organismen, die wohl mit dem Netz in ziemlich sicherer Anzahl gefangen wurden, wie z. B. *Tintinnopsis ventricosa,* die jedoch beim Zählen kleiner Quantitäten nur in sehr geringer Zahl vorhanden waren und bei größeren Quantitäten oder dem Rest nicht mehr mitgezählt werden konnten;

2. für solche Organismen, die nach Lohmann [31] pag. 147 u. ff. mit Müllergaze 20 nur sehr unvollständig gefangen wurden. Es ist hierbei darauf zu achten, daß, wie Lohmann's Tabellen deutlich zeigen, einzelne Organismen bei großen Fängen von 10 bis 100 ccm direktem Fangvolumen (entsprechend einem Setzvolumen von 800—8000 ccm für den Quadratmeter Meeresfläche) in verhältnismäßig sicherer Anzahl auch mit dem Netz gefangen werden können, während der Fangverlust bei kleineren Voluminas (bis zu 10 ccm) meist recht bedeutend ist.

Tabelle I.

Längsschnitte		A (unter 1 qm)				B (unter 1 qm)					C (unter 1 qm)						D (unter 1 qm)				Stufenfänge (in 1 cbm Wasser)						
Durchfischte Wassersäule		21–0	38–0	53–0	68–0	90–0	57–0	48–0	87–0	56–0	19–0	23–0	82–0	117–0	210–0	120–0	70–0	75–0	70–0	78–0	60–0	54–0	5–0		70–0	75–0	75–0
Gemessenes Setzvolumen der Fänge (in ccm)		1,1	3,0	1,2	2,1	0,8	4,5	8,6	4,7	2,0	2,9	3,2	2,95	9,7	3,2	1,3	7,0	3,5	1,35	5,5							
Station		**A 70**	**A 87**	**Kl 112**	**Kl 90**	**S 4**	**A 85**	**A 92**	**Kl 108**	**Kl 89**	**1**	**5**	**A 66**	**A 83**	**A 96**	**Kl 97**	**A 77**	**A 80**	**A 95**	**Kl 99**	**S 4**	**A 66**	**A 75**		**A 83**	**A 94**	**A 96**
Durchfischte Wassersäule		42–0	58 0	57–0		20 0	50–0	55 0	141 0		30–0	42–0	74–0	158 -0	132 0	118 -0	87- 0	36- 0	61 0	50 0	90–60	82–54	54–5	74–54	117–70	158–75	200–75
Gemessenes Setzvolumen der Fänge (in ccm)		3,4	4,0	0,6		2,8	5,1	1,8	3,1		2,7	8,5	2,9	4,3	6,7	1,6	4,0	1,65	3,8	6,5							
Station		**A 69**	**A 89**	**Kl 93**		**A 74**	**A 91**	**Kl 107**	**Kl 95**		**3**	**8**	**A 75**	**A 94**	**Kl 104**	**Kl 87**	**A 78**	**A 81**	**Kl 101**	**Kl 85**	**S 4**	**A 66**	**A 75**	**A 75**	**A 83**	**A 94**	**A 96**
Schizophyceae.	1. *Aphanizomenon flos aquae*, Ralfs (Fäden) 2 078 928 010 [1]).	17,2 M ?	26,4 M ?	2,4 M ?	9,7 M ?	420 M ?	26 M ?	49 M ?	35,2 M ?	29,6 M ?	—	62,6 M ?	19,8 M ?	21,4 M ?	55,8 M ?	13,2 M ?	17,8 M ?	36,8 M ?	11,9 M ?	15,2 M ?	6,8 M ?	371250 ?	2,9 M ?		289850 ?	361'000 ?	767250 ?
		30,2 M ?	29,4 M ?	1,3 M ?		42,4 M ?	45,8 M ?	36,8 M ?	252 M ?		—	317 M ?	49,7 M ?	26,4 M ?	132,8 M ?	49,6 M ?	40,8 M ?	23 M ?	39,2 M ?	42,4 M ?		945 ?	660800 ?	105000 ?	7196 ?	1494 ?	115 ?
	2. *Aphanizomenon flos aquae*, Ralfs (Bündel u. deren durchschnittliche Fadenzahl) 32 183 040 (22,5).	640000 (25)	480000 (20)	66880 (20)	173680 (25)	1,4 M (30)	560000 (20)	1,3 M (10)	2,6 M (20)	360000 (30)	—	1,6 M (30)	920640 (20)	41680 (20)	680880 (25)	1,2 M (20)	880000 (20)	297200 (10)	2'38340 (15)	400000 (15)	22317 (25)	17250 (20)	148000 (25)		336 (25)	17650 (25)	4951 (25)
		520000 (20)	600000 (20)	173680 (25)		2,6 M (35)	1,3 M (25)	1,8 M (40)	1,3 M (30)		—	2,3 M (30)	1,3 M (30)	1,2 M (30)	2,4 M (20)	680000 (20)	320000 (15)	1 M (25)	400000 (15)	280000 (10)	38 (20)	23 (30)	9600 (25)	4316 (15)	367 (15)	3 (20)	7 (20)
	3. *Nodularia spumigena*, Mert. (Zellen) 1 576 806 800.	14,4 M ?	23,8 M ?	8800 ?	4400 ?	255 M ?	25,2 M ?	33,2 M ?	25 M ?	38,7 M ?	—	218 M ?	72,5 M ?	58,4 M ?	7,5 M ?	9,9 M ?	14,4 M ?	5,8 M ?	7,5 M ?	6,4 M ?	4,1 M ?	1,4 M ?	2,7 M ?		616000 ?	556050 ?	103542 ?
		33,2 M ?	12,4 M ?	5600 ?		108,8 M ?	42,4 M ?	71,3 M ?	8,7 M ?		—	392,5 M ?	40 M ?	40,4 M ?	40 M ?	4,7 M ?	24,2 M ?	633680 ?	16,4 M ?	15 M ?	1539 ?	348 ?	472000 ?	151608 ?	290301 ?	30 ?	43 ?
Diatomaceae.	8. *Actinocyclus ehrenbergi*, Ralfs 1 024 640.	—	160	—	—	2880 ?	14480 ?	480	240	1440	32640	12320 ?	—	—	40560	4800 ?	640	11360 ?	19920 ?	82960 ?	47 ?	—	—	—	—	—	551 ?
		160	—	—	—	21760	160	320	—		—	38400 ?	—	—	213280	2400 ?	—	105040	253200 ?	165040 ?	—	—	—	—	—	—	4 ?
	15. *Chaetoceras danicum*, Cleve 549 800 720.	1,8 M ?	8,2 M ?	77280 ?	24560 ?	25 M ?	11,1 M ?	43,8 M ?	11,9 M ?	70640 ?	3,3 M ?	19,4 M ?	9,4 M ?	24 M ?	33,8 M ?	1,9 M ?	4,3 M ?	13 M ?	5,6 M ?	44,7 M ?	406250 ?	176250 ?	23968 ?		331100 ?	632500 ?	405300 ?
		5,3 M ?	1,6 M ?	9200 ?		599760 ?	20,6 M ?	6,9 M ?	221200 ?		3,1 M ?	25,1 M ?	131840 ?	46 M ?	167,2 M ?	174880 ?	11,8 M ?	706400 ?	29,1 M ?	29,6 M ?	3297 ?	84 ?	240 ?		66 ?	741 ?	19 ?
	22. *Chaetoceras wighami*, Brightw. 13 086 800.	17120 ?	—	4800 ?	4,9 M ?	—	—	199680 ?	24240 ?	2,8 M ?	—	—	—	18160 ?	7200 ?	946320 ?	132080 ?	—	—	—					250 ?	117 ?	99 ?
		200000 ?	533120 ?	43040 ?		—	190000 ?	2,5 M ?	460000 ?		—	—	—	8480 ?	10000 ?	12080 ?	480 ?	—	—	—					—	—	—
	25. *Coscinodiscus oculus iridis*, Ehrbg. 46 110.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	—	880		—	—	—	—	—	—	16		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		1600	—	270	—	560		—	42720	—	—	—	3	—	8	—	—	7
	26. *Coscinodiscus radiatus*, Ehrbg. 271 870.	—	—	—	—	—	—	160	—	—	113040	49120	270	720	6800	—	—	—	—	80					3	—	—
		80	80	—		240	—	—	—		95200	720	80	80	720	—	—	4480	—	—	—	9	—	4	10	1	43
	32. *Melosira borreri*, Grev. 1 160 000.	3120	—	23200	104480	—	—	—	—	3280	—	286000	1200	—	—	—	—	—							—	—	—
		—	1840	2320		2080	1280	—	—		725040	—	—	—	—		—	—	2720	3440		44	—	—	—	—	—
	42. *Thalassiosira baltica*, Grun. 3 530 160.	640	—	8240	1 M	29680	—	—	22800	1,7 M	—	9200 ?	1600 ?	—	640 ?	15680 ?	160	14240 ?	14240 ?	39840	394	27 ?	—		—	—	—
		80	2320	86000		—	—	5280	346560		1280 ?	41840	6080 ?	—	18480 ?	12080 ?	320	51280	55600	86000	184	6	122 ?	—	—	—	5
Peridiniales.	46. *Ceratium fusus*, (Ehrbg.) Clap. et Lachm. 36 080.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	480	—	240	160	240	—	—	—	—	—		—	16		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		34880	—	80 ?	—	—	—	—	—	—	—							
	47. *Ceratium longipes*, (Bail.), Gran. 226 640.	—	—	80	—	—	—	—	—	—	92160	—	560	50000	480	—	—	—	—	—		3	—		—	—	—
		—	—	—		320	—	—	—		82960	—	80	—	—	—	—	—	—	—		15	—	4	1063	—	4
	48. *Ceratium macroceras*, (Ehrbg.) Cleve 1 040.	160 †[2])	—	80 †	—	—	—	—	—	80 †	—	—	320	320	80	—	—	—	—	—							
		—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		12	—	—	7	—	1
	49. *Ceratium tripos*, O. F. M. forma *baltica* 8 746 960.	—	—	160 †	160 †	80	—	—	—	19360	906320	6 M	1600	19920	6480	—	—	—	—	—		—	304		—	—	
		—	—	—		—	—	—	—		1,6 M	31360	1520	—	—	—	—	—	—	—	3	58	—	423	—	49
	51. *Dinophysis acuta*, Ehrbg. 45 240.	—	—	—	—	17120 ?	—	160 ?	—	—	—	—	—	480 ?	—	—	18440 ?	—	—	—	278 ?	—	—		3 ?	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		—	1760 ?	1200 ?	240 ?	2880 ?	1200 ?	1760 ?	—	—	—	—	—	24 ?	—	5 ?	3 ?	—
	53. *Peridinium* sp. ähnlich *Perid. pellucidum*, Gran 209 480.	—	—	—	—	74720 ?	—	—	560 ?	35040 ?	—	3520 ?	320 ?	80 ?	5520 ?	2400 ?	2560 ?	12800 ?	—	13280 ?	278 ?						69 ?
		—	—	—		—	—	2320 ?	—		—	1200 ?	480 ?	35600 ?	2400 ?	16680 ?	—	—	—	1944 ?	12 ?	24 ?	—	2 ?	6 ?	5 ?
Protozoa.	54. *Cothurnia maritima*, Ehrbg. 101 927 120.	205040 ?	1,4 M ?	8480 ?	760000 ?	960000 ?	2,4 M ?	13,8 M ?	2,9 M ?	141280 ?	—	—	33200 ?	9,9 M ?	6,3 M ?	226560 ?	1,3 M ?	2,6 M ?	1,7 M ?	1,9 M ?	15600 ?	6248 ?	6272 ?		136400 ?	116050 ?	88900 ?
		1,4 M ?	760000 ?	6160 ?		186640 ?	6,6 M ?	599760 ?	168950 ?		—	3,5 M ?	31360 ?	8,5 M ?	22,4 M ?	104480 ?	2,2 M ?	279920 ?	6,1 M ?	2,1 M ?					—	422 ?	11 ?
	55. *Cyttarocylis denticulata*, Ehrbg. var. *media*, Brandt 160.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80		—	—	—		—	—	—		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	80 †	—		—	—	—		—	—	—		—	1 †	1
	56. *Tintinnidium mucicola*, Clapar. et Lachm. 225 920.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67680 ?	55280 ?	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		76800 ?	26160 ?	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—		—	—	—
	58. *Tintinnopsis baltica*, Brandt 38 680.	—	320 ?	—	28960 ?	—	—	—	—	—	2600 ?	—	—	80 † ?	80 † ?	—	—	6080 ?	—	—	—	—	—		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		560 ?	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—		2 † ?	—	1 † ?
	60. *Tintinnopsis nucula*, Fol. 509 280.	—	—	—	80 † ?	1520 ?	—	—	—	—	43520 ?	31504 ?	320 ?	—	160 † ?	—	—	7120 † ?	—	—	23 ?		16 † ?		—	—	—
		—	—	—		—	—	—	—		55840 ?	85440 ?	160 † ?	80 † ?	—		—	—	—	—	3 † ?	12 ?	—	4 † ?	—	1 † ?	1 † ?
	61. *Tintinnopsis ventricosa*, (Clap. et Lachm.) Brandt 1 077 600.	—	—	—	—	40640	—	—	—	80 †	559760	39920	6560	76240	2560	—	1360	64080	—	80 †	602	39	16		11	—	—
		—	—	—		—	—	160 †	—		40080	57520	83440	480	80 †	—	104480	80 †	—	—	122	162	266	3504	1603	—	18
	64. *Tintinnopsis brandti*, Nordquist 47 360.	160	—	1680	31440	—	80 †	—	160	5040	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	7520		240	—	160	480		—	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	65. *Tintinnopsis tubulosa*, (Levander) Merkle 400 640.	80 †	—	160	48320	—	560	240 †	240	88160	1760	22720	—	80 †	—	25360	—	—	—	80 †	—	—	—	—	—	—	—
		160 †	240 †	80		208880	240 †	880	1120		—	—	160 †	—	80 †	640	—	80 †	160 †	160 †	—	—	2 †	4 †	—	—	—

[1]) Gesamtsumme der Individuenzahlen unter 1 qm Oberfläche aller Fänge der Schnitte A bis D.

[2]) Mit † versehen wurden die Zahlen aller der Fänge, in denen ich nur leere Panzer oder Gehäuse der betreffenden Art gefunden habe.

Tabelle II.

	Längsschnitte	A (unter 1 qm)				B (unter 1 qm)					C (unter 1 qm)						D (unter 1 qm)				Stufenfänge (in 1 cbm Wasser)						
	Durchschnitte Wassersäule	21–0	38–0	53–0	68–0	90–0	57–0	48–0	87–0	56–0	19–0	23–0	82–0	117–0	210–0	120–0	70–0	75–0	70–0	78–0	60–0	54–0	5–0		70–0	75–0	75–0
	Gemessenes Netzvolumen der Fänge (in ccm)	1,1	3,0	1,2	2,1	0,8	1,5	8,6	4,7	2,0	2,9	3,2	2,95	9,7	3,2	1,3	7,0	3,5	1,35	5,5							
	Station	A 70	A 87	Kl 112	Kl 90	S 4	A 85	A 92	Kl 108	Kl 89	1	5	A 66	A 83	A 96	Kl 97	A 77	A 80	A 95	Kl 99	S 4	A 66	A 75		A 83	A 94	A 96
	Durchschnitte Wassersäule	12–0	38–0	57–0		20–0	50–0	55–0	111–0		30–0	12–0	71–0	158–0	132–0	118–0	87–0	36–0	61–0	50–0	90–60	82–54	54–5	74–54	117–70	158–75	210–...
	Gemessenes Netzvolumen der Fänge (in ccm)	3,1	4,0	0,6		2,8	5,1	1,8	3,1		2,7	8,5	2,9	4,3	6,7	1,6	4,0	1,65	3,8	6,5							
	Station	A 69	A 89	Kl 93		A 74	A 91	Kl 107	Kl 95		3	8	A 75	A 94	Kl 104	Kl 87	A 78	A 81	Kl 101	Kl 85	S 4	A 66	A 75	A 75	A 83	A 94	A 96
Vermes.	69. *Synchaeta-ova* 1 034 000.	100	640	560	6080 ?	–	1920	79840	560	39840			–	38400	–	1920	46080	160	560	320	—	—	—		528	515	—
		–	960	240		18160	720	226560	253200			29680	106880	37440	7120 ?	2160	130000	800	1600	1200 ?	—	—	1536	1504	—	—	—
	70. *Synchaeta monopus.* Plate 9 542 240.	123200	160000	240	840000	4000	170000	141400	800	186560	—	1760 ?	160000	920160	1520	105040	840000	160	22800	1040	65	3000	103952		12650	250	19
		280000	28480	400		2 M	89120	359840	813040			1200	946240	18160	24800	8480	1,2 M	800	4320	15680	—	—	5064	8664	3	—	1
	71. *Synchaeta baltica.* Ehrbg. 2 340 960.	2160	31360	2080	15680	400	70640	196640	1760	21760			48800	290160	3200	12080	73920	2560	46960	31440	7	831	13520		3849	714	33
		7440	26960	2000		180000	26560	213280	239920		—	2080	269680	52000	125040	10980	213280	10160	44720	18160	—	162	2800	3504	5	1	5
Copepoda.	76. *Centropages-ova* 1 939 600.	480	–	560	–	403440	48320	2960	320	240	8480 ?	8720	28720	100000	100160	52240	86000	48400	125040	104480	6553	534	528 ?		1375	1375	1377
		4880	—			4800 ?	1040	22960			73760	110000	15520 ?	100480	199920	1120	119840	240	73760	92160	5	9	146 ?	280 ?	—	6	1
	78. *Copepoda-ova* (ohne die von *Centropages* u. *Oithona*) 13 733 760.	19920	61200	122880	506480	550960	105040	479840	279920	346560	220000	170000	346480	1,2 M	241760	180000	306560	760000	75040	193120	7528	2249	12016		6964	5498	2407
		19920 ?	105040	64180		41840	266560	546480	506480		510000	210000	156640	482800	2 M	266560	760000	105040	439840	399840	2959	8213	3000	12328	15300	1037	500
	79. *Copepoda-spermatophores* 470 800.			240	55280	27120			160	160	62800	3520 ?	23920	14880 ?	26720	320	240	800	640	160	439	428	528 ?		199 ?	349	365
		17440 ?		800		400	—	–	2400 ?		29680 ?	55040	8720 ?	25360	51280	—	3520 ?	—	53120	6080 ?	3	41	—	—	9	—	1
	80. *Copepoda-larvae.* Nauplien 18 503 000.	190000	520000	67600	559760	663920	520000	193120	480000	346560	586400	165040	223040	1,3 M	668400	210000	210000	640000	399840	373200	9641	3498	15024		17050	21450	9163
		1,4 M	640000	67600		160000	1 M	179840	506480		560000	646640	254800	1,6 M	740000	266560	680000	96040	293200	479840	2452	1322	2642	2380	575	576	15
	81. *Copepoda-juvenes* 4 607 420.	170000	186560	76800	73760	11840 ?	293200	45920	293200	122880	82960	15680 ?	30640	62440	2480	15680	42320	135040	32720	98320	139 ?	561	3136		845	250	275
		426480	760000	40800		130000	213280	531620	58400		122880	70000	63760	18560	64240	31440	89120	66960	62800	101360	111	26	411	1376	—	5	4
	82. *Acartia bifilosa,* Giesbr. 3 741 400.	120000	399840	30040	55280	21360	239920	3520	145040	1280	5520	92400	1680	240	17440	800	2880	426480	48400	26560	347	32	—		3	4	240
		453120	560000	14480		38640	132080	76800	95200		4160	90000	8000	320	39920	92160	104480	160000	210000	101360	—	—	146	36	—	—	—
	83. *Acartia longiremis,* Lilljeb. 2 330 800.	960	5840	45920	4160	445840	31440	85440	51280	6960	1920	4640	98400	170640	42320	2080	30240	140000	19920	95200	5253	1455	208		2338	598	575
		24400	25600	3360		24160	64480	20560	20560		52320	220000	178640	44480	173280	2320	55280	93040	104480	38640	761	814	2600	2380	14	12	4
	84. *Centropages hamatus,* Lilljeb. 1 659 440.	5840	24240	32640	26560	22800	61440	35040	35600	400	4080	–	65680	80960	70640	1520	5920	239920	5920	22960	371	1164	96		1110	615	971
		140000	60000	5520		42320	41040	58400	43040		55280	24400	64720	44960	100000	3360	48800	44160	92160	49120	–	131	483	2004	20	3	—
	85. *Eurytemora hirundo,* Giesbr. 39 180.	160	480	320	5680	—	—	480	80	240	—	480	—	—	320	160	—	160	400	—	—	—	—		—	8	3
		80	320	240			80	160	240			880		560	1200			—	—	26560	—	—	—	—	—	—	1
	86. *Limnocalanus grimaldii,* Guerne 20 400.		—	—	13040	—	–	–	—	4720	—	–	—	—	–	—	—	–	–	–	—	—	—		—	—	—
		–	–	400		–	–	–	1760		—	—	—	—	–	400	–	–	–	80			–	–	—	—	—
	89. *Paracalanus parvus,* Claus. 155 920.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	39840	13920			–		–	–	–	–	–	–	–		–	–	–
		–	–	–	–	–	–	–	–	–	82960	19200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	90. *Pseudocalanus elongatus,* Boek. 2 926 300.	–	7760	38640	6080	161680	27760	85440	31360	720	104480	4160	26080	280000	193760	24160	42320	145040	38480	33840	2383	–	–		2475	631	2544
		–	96040	73760		30040	147440	73760	122880		153600	45360	174480	67440	239920	42320	132080	130000	145040	400	508	945	1536	4884	2125	269	65
	91. *Temora longicornis,* O. F. M. 3 366 000.	7520	105040	112880	122880	336720	140000	101120	105040	67600	84560	4000	56480	36640	181120	16880	18160	120000	90000	132080	5470	956	144		504	54	2475
		42080	146640	27760		3120	138240	35040	33840		61440	180000	80160	4320	466480	8080	7680	71200	82960	138240	3	200	1038	1376	—	5	8
Crustacea cetera.	92. *Bosmina maritima,* P. E. M. 156 000.	—	—	960	39840	800	–				—	2240	80		8800	80	80	320	1680	320	12	—	—		—	25	118
		–	80	3200		80	80	—	—		—	720	—	1840	39680	–	—	720	32640	21760	3	3	—	—	—	—	2
	93. *Evadne nordmanni,* Lovén 437 640.	—	—	800	3920	19920	3840	76720	1280	2560	–	3120	3920	18160	8160	1360	6640	240	6080	2000	324	74	128		250	250	110
		–	32720	400		85040	5920	19360	1360		800	6480	1200	26400	62080	3200	640	560	9600	23160	—	—	10	4	—	3	1
	94. *Podon intermedius,* Lilljeb. 89 600.	25600	10240		—	400	—	240	–	—	1280	640	720	—	–	—		–	160	—	7	14	112		—	—	—
		44320	—			—	–	160	–		800	880	4080	–	–	—	80	–	—	—	—	—	66	12	—	—	—
	96. *Podon polyphemoides,* Leuk. 120 980.	3840	2240	1040	2960	–	960	5520	160	4880	—	–	—	880	4800	1840	21760	1040	3120	640	—	–	–		12	531	65
		7600	880	480		1280	240	1440	880		–	—	2320	38800	3840	1520	800	800	2800	1920	—	—	26	—	—	2	1
Molluska.	98. Muschellarven 667 280.	21360	38480	480	3440	15840	95200	1200	1040	3360	7040	22640	27120	20560	2800	160	18560	2320	1520	160	255	507	–		283	40	34
		66480	5680	480		253200	24240	320	—		11680	3440	720	2880	2000	80	80	4880	5680	2160	5	3	—	36	—	—	2
	99. Schneckenlarven 33 600.	1280	160	80	2400	320	—	—		80	960	17440	80	—	160	–	—	480	—	—	5	—	–		—	—	—
		–	—	480		—	80	–	–		6800	2480	—	–	–	–		80	–	240	—	3	—	—	—	—	1
Tunicata.	101. *Fritillaria borealis,* Lohm. 3 200.	—	—	320	—		—	—	80	80	—	—	—	80	—	560				400	–	–	–		1	1	—
		–	160	240		—	—	160	80		–	—	—	80	320	480	80	–	80	–	—	—	—	—	—	—	—
Incertae sedis.	105. Sternhaarstatoblast, Hensen 10 880.	–	—	80	1200 ?	80	–		—	80		—	240	160	–	–	–	1440 ?	240	–	1	—	—		—	—	—
		–	—	—		–	—	—	—		–	–	80	—	7120 ?	160	–	—	—	–	—	9	—	4	3	—	—

Anhang zu den Tabellen I und II.

Außerdem wurden bemerkt: (Die Zahlen sind berechnet auf 1 qm Oberfläche.)

Schizophyceae.

4. *Anabaena baltica*, Schmidt (Knäuel): **A 96** (880); **Kl 101** (1440).

Chlorophyceae.

5. *Pediastrum boryanum*, Ehrbg.: **A 81** (58 400).

Flagellata.

6. *Dinobryon balticum*, Schütt: **S 4** (356 560); **A 77** (6160 ?).
7. *Colacium* auf *Copepoden:* **Station 5** (29 680 ?); **8** (304 960 ?); **A 80** (+); **A 81** (+); **A 95** (r); **Kl 99** (+).

Diatomaceae.

9. *Asterionella japonica*, Cleve: **Station 1** (4800 ?).
10. *Bacillaria paradoxa*, Gmel.: **Station 3** (22 640 ?).
11. *Biddulphia mobiliensis*, Gran.: **Station 5** (2320); **A 75** (80); **Kl 95** (400); **A 70** (160).
12. „ *sinensis*, Grev.: **A 66** (1040); **A 96** (80).
13. *Chaetoceras breve*, Schütt: **Station 3** (17 440 ?).
14. „ *curvisetum*, Cleve: **Station 1** (3 850 000); **3** (110 000); **5** (510 000).
16. „ *debile*, Cleve: **Station 3** (26 160 ?); **5** (375 040); **A 75** (8480 ?).
17. „ *decipiens*, Cleve: **Station 1** (405 040); **A 70** (12 800 ?).
18. „ *diadema*, Ehrbg.: **Station 3** (48 800 ?).
19. „ *gracile*, Schütt: **Kl 107** (107 520 ?); **Kl 95** (52 240 ?); **A 77** (12 320 ?).
20. „ *laciniosum*, Schütt: **A 87** (25 040 ?).
21. „ *simile*, Cleve: **A 83** (7280 ?).
23. *Coscinodiscus concinnus*, W. Smith: **Station 1** (480); **3** (560).
24. „ *excentricus*, Ehrbg.: **Station 1** (9680 ?); **3** (4400).
27. *Diatoma elongatum*, Ag.: **A 87** (1440 ?).
28. *Eupodiscus argus*, Ehrbg.: **A 66** (80).
29. *Fragillaria crotonensis*, A. M. Edw.: **Station 1** (3280); **3** (350 000).
30. *Guinardia flaccida*, Castr.: **Station 1** (1 280 000); **3** (1 080 000); **5** (2880).
31. *Lauderia borealis*, Gran.: **Kl 107** (3120).
33. *Melosira jürgensi*, Ag.: **Station 3** (3040).
34. „ *subflexilis*, W. Smith: **Kl 89** (153 600); **A 69** (210 000).
35. „ ähnlich *Paralia*, Hub.: **A 66** (560).
36. *Pleurosigma balticum*, Ehrbg.: **Station 1** (1200 ?); **5** (3040).
37. *Rhabdonema*, Ktzg. sp. sp.: **Station 3** (1 094 960); **S 4** (2000).
38. *Rhizosolenia alata*, Btw.: **Station 1** (36 640 ?), **3** (55 840 ?).
39. „ *styliformis*, Btw.: **A 66** (1040 ?).
40. *Skeletonema costatum*, Grev.: **A 70** (11 360 ?).
41. *Tabellaria flocculosa*, (Roth) Kütz: **Station 3** (805 040).
43. *Thalassiothrix nitzsdioides*, Grun.: **Station 1** (2640 ?); **3** (20 960 ?); **5** (1680 ?); **A 75** (640 ?); **A 96** (240 ?).

Peridiniales.

44. *Ceratium buccephalum*, Cleve: **A 96** (160 ?).
45. „ *furca*, (Ehrbg.) Clap. et Lachm.: **Station 3** (160 ?) **A 96** (560 ?).
50. *Dinophysis acuminata*, Clap. et Lachm.: **A 94** (80 ?); **Kl 104** (1440 ?); **Kl 87** (1200 ?); **A 69** (160 + ?).
52. *Peridinium divergens*, Ehrbg.: **Station 1** (80); **3** (160).

Verte!

Protozoa.

57. *Tintinnus subulatus*, Ehrbg.: **Station 1** (1760?); **3** (4800?); **A 78** (80†?).
59. *Tintinnopsis beroidea*, Stein, emend. Brandt: **Station 5** (21 520?); **8** (1760?); **A 83** (160†?); **A 80** (2880†?).
62. „ *campanula*, Ehrbg.: **Station 3** (80†); **5** (80†); **Kl 90** (80†?).
63. „ *lobiancoi*, v. Daday: **Kl 97** (240); **Kl 89** (880).

Coelenterata.

66. *Aurelia aurita*, Linné: **Station 5** (80).

Vermes.

67. *Sagitta-ova:* **A 66** (80).
68. *Sagitta bipunktata*, Quoy u. Gaim: **Station 1** (320); **3** (80); **A 66** (80); **A 75** (160); **Kl 104** (80).
72. *Anuraea aculeata*, Ehrbg.: **Kl 87** (80); **Kl 112** (240); **Kl 90** (76 800).
73. „ *cochlearis*, Gosse: **Kl 93** (80); **Kl 90** (49 120).
74. „ *cruciformis*, Thomps.: **Kl 93** (90); **Kl 90** (1680).

Bryozoa.

75. *Cyphonantes* sp.: **Station 1** (160); **3** (160); **A 75** (80); **Kl 90** (1200).

Copepoda.

77. *Oithona-ova:* **Station 1** (220 000); **3** (615 040); **5** (83 680); **A 66** (800); **S 4** (400).
87. *Microsetella atlantica*, Br. u. Kob.: **Station 1** (160); **3** (80); **Kl 93** (80).
88. *Oithona similis*, Claus.: **Station 1** (475 040); **3** (107 520); **5** (22 640); **A 66** (38 400); **A 75** (37 600); **A 83** (2800); **S 4** (105 200).

Crustacea cetera.

95. *Podon leuckarti*, Sars.: **Station 1** (240); **A 92** (880).
97. *Mysideen:* **Station 3** (400); **8** (240); **Kl 95** (240); **Kl 89** (240); **Kl 85** (240).

Molluska.

100. *Limacina retroversa*, Flem.: **Station 3** (6080); **5** (5200?),

Tunicata.

102. *Oikopleura dioïca*, Fol.: **Kl 87** (160); **A 78** (80); **A 95** (160).

Pisces.

103. *Teleostei-ova:* **A 66** (80); **Kl 104** (80).
104. „ *-larvae:* **Kl 90** (80).

Aus dem botanischen Institut in Kiel.

Über die Ernährungsbedingungen einiger Flagellaten des Meerwassers.

Von

Johannes Schüler.

Die Kenntnis von den Lebens- und Kulturbedingungen der Flagellaten ist noch lückenhaft, da die Versuche, sie auf künstlichen Nährsubstraten zu züchten, bisher nur bei wenigen Formen geglückt sind. Jeder gelungene Versuch, weitere Flagellatenformen zu kultivieren, liefert schätzenswerte Beiträge für dieses Gebiet. Daher veranlaßte mich Herr Geheimrat Reinke, die Umgebung von Kiel auf Flagellaten zu untersuchen und die gefundenen Formen nach Möglichkeit zu kultivieren. Ich lenkte hierbei meine Aufmerksamkeit insbesondere auf marine Formen, über deren Kultivierbarkeit in der Literatur bisher keine Angaben vorliegen.

Einleitung.

Bevor ich zur Schilderung meines Versuchsmaterials und der damit gewonnenen Ergebnisse übergehe, möchte ich mit einigen Worten die Untersuchungen anderer Autoren rekapitulieren, die sich mit der Kultur von Flagellaten beschäftigt haben, und über die wichtigsten physiologischen Resultate, welche jene erzielt haben, zusammenfassend berichten.

Zu den als kultivierbar erkannten Formen gehören die von Hans Meyer[1]) näher beschriebenen, mit braunen Chromatophoren ausgestatteten Formen: *Ochromonas granulosa* und *O. variabilis,* sowie die farblose *Monas amoebina.*

Als geeignete Nährböden erkannte Meyer anorganische Mineralsalzlösungen, ferner kohlehydrathaltige Lösungen (Glukose, Maltose usw.). Peptonlösungen eigneten sich nur bei einigen der genannten Formen, anderen gegenüber versagten sie völlig.

In Kulturen am genauesten untersucht ist wohl die von Zumstein[2]) bearbeitete *Euglena gracilis.* Besonders wertvoll sind Zumsteins Ergebnisse durch den Nachweis, daß organische Ernährung die Chromatophoren der genannten *Euglena*-Art zur Rückbildung bringt und die *Euglena* unter geeigneten Versuchsbedingungen sogar farblos werden läßt. Weiterhin beobachtete Zumstein, daß seine *Euglena* selbst hohe Konzentrationen Säure (1—2% Zitronensäure) gut verträgt; dadurch wurde ihm bei seinen Experimenten der Kampf gegen die Bakterien sehr erleichtert. Auf diese und andere Punkte seiner Arbeit werde ich später zurückkommen.

Drittens wurde kürzlich eine saprophytische Vertreterin der Peridineen oder Dinoflagellaten von Küster[3]) kultiviert. Als Nährboden empfahl der Autor namentlich Fucusextrakt, über dessen Verwendbarkeit ich später sprechen werde.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß auch parasitisch lebende Flagellaten, Trypanosomen (z. B. von Mac Neal und Novy[4]) neuerdings kultiviert sind, auf die ich aber in Anbetracht ihrer ganz abweichenden Lebensweise nicht einzugehen brauche.

---

[1]) Meyer, Hans: Untersuchungen über einige Flagellaten. Dissert. Basel 1897.

[2]) Zumstein, H.: Zur Morphologie und Physiologie der *Eugl. gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34, 1900, pag. 149 ff.

[3]) Küster, E.: Eine kultivierbare Peridinee. Archiv f. Protistenk., Bd. 11, 1908, pag. 351 ff.

[4]) Neal und Novy: Cultivation of *Trypanos. Lewisi.* (Contrib. to med. research to V. C. Vaughan, Juni 1903), vgl. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. 21, 1904, pag. 372.

Meine Versuche beziehen sich hauptsächlich auf zwei marine Flagellaten, die ich am Strande zwischen Laboe und Stein gesammelt habe. Eine Fundgrube von verschiedenen Flagellaten sind die flachen Meerwasserlachen, die sich in der Nähe der Brandungszone allenthalben bilden. Sie verraten oft schon durch ihre Färbung dem unbewaffneten Auge den Reichtum an Flagellaten, die beim Eintrocknen der Wasseransammlungen auf der Oberfläche des Sandes in ungeschädigter Verfassung zurückzubleiben pflegen.

Die erste Form, welche ich hier zu behandeln habe, ist eine Euglene, die ich an dem genannten Standort kurz vor Neu-Stein stets in reichlicher Menge vorfand.

Die zweite Form ist eine blaugrüne Flagellate, die sich als *Cryptoglena americana* Davis (*Cyanomonas americana* Oltmanns) bestimmen ließ und ebenfalls auf dem Sande bei Neu-Stein sehr reichlich auftrat.

I. Euglena baltica n. sp.

Zur Bestimmung von Euglenen sind die Werke von Klebs[5]), Hübner[6]) und neuerdings von Lemmermann[7]) maßgebend.

Klebs teilt die Euglenen in fünf Typen ein. Es war die Frage zu entscheiden, welchem Typus ich die von mir gefundene Form einzureihen hätte. Um die Stellung meiner Euglene klarzulegen, werde ich nacheinander die einzelnen Typen mit meiner Euglene vergleichen und der Kürze wegen die von mir studierte Form als *Euglena baltica* bezeichnen. Dabei wird sich noch Gelegenheit geben, die morphologischen Eigentümlichkeiten der von mir gefundenen Form zu studieren.

1. Der Typus der *Euglena acus* kommt nicht in Betracht. *E. acus* hat einen schmal zylindrischen bis nadelförmigen Körperbau, *E. baltica* dagegen ist spindelförmig gebaut und läuft keineswegs allmählich in eine lange Endspitze aus.

2. Der Typus der *Euglena spirogyra* ist, wie leicht ersichtlich, auszuschalten wegen der hervortretenden Spiralhöcker, die der *E. baltica* fehlen.

3. Dem Typus der *Euglena oxyuris* entspricht meine Euglene nicht. *E. oxyuris* hat Torsionskanten, *E. baltica* dagegen keine.

4. Zum Typus der *Euglena deses* kann ich die *E. baltica* gleichfalls nicht stellen; der Körper der *E. deses* ist zylindrisch oder bandförmig, der der *E. baltica* spindelförmig.

5. Der Typus der *Euglena viridis* endlich scheint für meine Euglene in Frage zu kommen. Zwar werden die Chromatophoren für diesen Typus allgemein als bandförmig angegeben, dennoch rechnet Klebs die *E. gracilis,* obwohl sie scheibenförmige Chlorophyllträger besitzt, zu ihm. Da sowohl die Chromatophoren als auch die Paramylonkörner der *E. baltica* scheibenförmig gestaltet sind, scheint es angebracht, diese Form unter diesen Typus zu rechnen.

Von den zum Typus der *E. viridis* gehörigen Arten scheint die von Zumstein ausführlich studierte *E. gracilis* am meisten der in Laboe gefundenen Spezies zu entsprechen; immerhin sind beide Formen nicht miteinander identisch.

Euglena gracilis Klebs besitzt nach Beschreibung von Zumstein einen langgestreckten zylindrischen bis schmal eiförmigen Körper. Einen ausgeprägt spindelförmigen hat dagegen *E. baltica.* Der Körper der letzteren ist vorn etwas abgerundet und läuft hinten in einen farblosen Endstachel aus, welcher bei metabolischer Abkugelung zunächst noch bestehen bleibt und erst bei besonders energischer Kontraktion verschwindet. *E. gracilis* verfügt über 10 bis 30 scheibenförmige, rundliche oder polygonale Chromatophoren, die nach Zumstein je einen Paramylonkern tragen. *E. baltica* dagegen hat ungelappte, runde, scheibenförmige Chlorophyllträger, 15 bis 40 an der Zahl, die der Zellhaut anliegen. Ihr Kern liegt meist im hinteren Teil der Zelle, seltener zentral, während seine Lage für *E. gracilis* als zentral angegeben wird. Die Zellteilung der letzteren Form findet im beweglichen Zustand, seltener in Ruhe statt; für *E. baltia* wurde gerade das umgekehrte Verhalten beobachtet. Ein weiterer mir wichtig erscheinender

[5]) Klebs, G.: Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. Unters. d. Tüb. Instit. Bd. 1, 1883, pag. 233 ff.
[6]) Hübner: Euglenaceenflora von Stralsund. Schulprogramm 1886.
[7]) Lemmermann, E.: „Algen", Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. III, Heft 3 und 4, 1908 ff.

Unterschied ist das Vorhandensein von Pyrenoiden an den Chromatophoren der *E. gracilis,* während die Chlorophyllträger der *E. baltica* pyrenoidfrei sind. Was schließlich die Paramylonkörner betrifft, so sind sie bei *E. gracilis* wenig oder gar nicht vorhanden, bei *E. baltica* dagegen wurde stets eine wechselnde Anzahl größerer oder kleinerer über den ganzen Zellenleib verteilter Scheibchen von Paramylon beobachtet. Hier möge nur noch hervorgehoben sein, daß *E. gracilis* ein Bewohner des Süßwassers ist, während *E. baltica* nur im Meerwasser von mir gefunden wurde. Wie sehr sich *E. baltica* bezüglich ihres physiologischen Verhaltens von *E. gracilis* unterscheidet, wird später erörtert werden.

Eine systematisch geordnete Übersicht der bei Stralsund gefundenen Euglenen verdanken wir Hübner. Ich will mit seinen Angaben die eigenen Beobachtungen vergleichen.

Hübner bringt die von ihm untersuchten Euglenenspezies in 3 Reihen unter, die er folgendermaßen charakterisiert:

Erste Reihe:

„Körper meist starr, langzylindrisch, vielfach mit Torsionskanten. Chromatophoren einfach, zahlreich, scheibenförmig. Großkörner vorwaltend. Teilung im ausgereckten Zustand."

Zweite Reihe:

„Körper starr, eiförmig, spiralig gestreift oder mit Spiralleisten versehen. Chromatophoren einfach, zahlreich, scheibenförmig, pyrenoidfrei — bei der höchst entwickelten Form in geringer Zahl, groß, scheibenförmig mit einseitig beschaltem Pyrenoid. Großkörner in Ringform vorwaltend. Teilung wahrscheinlich bei allen Arten im ausgereckten Zustand."

Dritte Reihe:

„Körper metabolisch, spindelförmig oder eilänglich. Cuticula zart spiralig gestreift. Chromatophoren hochentwickelt mit beiderseits beschaltem Pyrenoid, uhrglasförmig mit unregelmäßig gelapptem Rande, flach sternförmig oder allseitig sternförmig. Teilung im abgerundeten Zustand nach vorhergegangener Hüllenbildung."

In welche dieser 3 Hübner'schen Reihen *Euglena baltica* am besten paßt, ist schwer zu entscheiden. Von der ersten und zweiten Reihe unterscheidet sich *E. baltica* durch die veränderliche Körperform, von der dritten Reihe durch den Mangel an beschalten Pyrenoiden.

Die neueste systematische Zusammenstellung aller bisher beschriebenen *Euglena*-Arten gibt E. Lemmermann[8]) in seinem noch im Erscheinen begriffenen Werke über Algen.

Die für mich in Frage kommende Euglene ist die von Dangeard beschriebene *E. proxima.* Sehr dankbar bin ich Herrn Dr. Lemmermann für freundliche Übermittelung der Diagnose dieser Art. Um zu zeigen, daß auch *E. proxima* nicht mit *E. baltica* identisch ist, gebe ich die Diagnose wörtlich wieder:

E. proxima Dangeard: „Zellen lebhaft metabolisch, spindelförmig, vorn breit abgerundet, hinten mit farbloser Endspitze 60—70 μ lang, 20 μ breit. Geißel so lang wie die Zelle, oder um die Hälfte länger. Chromatophoren zahlreich, scheibenförmig, ohne Pyrenoide. Paramylonkörner teils ringförmig, teils kurz zylindrisch. Membran spiralig gestreift. Teilungszustände kugelig mit dünner Hülle. Dauerzustände kugelig mit konzentrisch geschichteter Membran."

Die Unterschiede gegen meine Euglene bestehen darin, daß die Zelle der *E. baltica* vorn zunächst nur schwach abgerundet ist; ferner ist auch die Größe geringer (51 μ). Die Geißel der *E. baltica* erreicht auch nicht die Länge der Geißel der *E. proxima.* Schließlich ist die Form der Paramylonkörner meiner Euglene im normalen Zustande scheibenförmig, gegenüber der teils ringförmigen, teils kurz zylindrischen Gestalt der Körner von *E. proxima.*

Ich halte mich hiernach für berechtigt, die von mir untersuchte Form als neue Spezies von den bisher bekannten Formen zu unterscheiden und fasse die Merkmale zu folgender Diagnose zusammen:

E. baltica n. sp., Fig. 1. Körper lebhaft metabolisch, in der Bewegung lang gestreckt, spindelförmig, am Vorderende etwas abgerundet, hinten in eine kurze farblose Spitze auslaufend. Größe ca. 34 μ. Cuticula zart spiralig gestreift. Chromatophoren 15 bis 40, scheibenförmig, der Zellhaut anliegend. Farbe hell- oder gelblichgrün. Pyrenoide fehlen. Paramylonkörner scheibenförmig in wechselnder Menge, 30 bis 60 an der Zahl,

Fig. 1.
Normal gebaute Zelle von *Euglena baltica.* *a* = Augenfleck, *v* = Vakuole, *n* = Kern. Vergr. 1000.

[8]) a. a. O.

Größe durchschnittlich 3,2 μ, Zellkern meist terminal, seltener zentral. Augenfleck unregelmäßig scheibenförmig, den Membrantrichter halbseits umschließend. Cilie so lang wie der Körper. Zellteilung meist in ruhendem Zustand innerhalb kugeliger Gallerthüllen, seltener im beweglichen Zustand.

Die vorangehende Schilderung stellt die Befunde zusammen, die ich an den, ihrem natürlichen Standort entnommenen Euglenen sammeln konnte. Ich gehe nun dazu über, die mit *E. baltica* angestellten Kulturversuche zu schildern.

Als Nährmedien benutzte ich flüssige und feste Nährböden. Die Lösungen, die zur Verwendung kamen, waren vor allem natürliches und verdünntes Ostseewasser und Leitungswasser. Als feste Nährböden dienten diese Lösungen mit Zusatz von 1—2% Agar-Agar, seltener wurde Gelatine verwandt.

Von organischen Nährmedien kamen zur Verwendung zuckerhaltige Lösungen, Agargemische, mit Maisdekokt angesetzte Medien u. a. m.

Sowohl auf Objektträgern, als auch in kleinen Dosen und Petrischalen wurden die Euglenen in vielen Versuchsreihen kultiviert und beobachtet. Um eine intensive Bestrahlung durch Sonne und damit häufig verbundenes Absterben der Organismen zu verhindern, was leicht zu falschen Schlüssen auf die Reaktion des betreffenden Nährbodens Anlaß geben konnte, wurden die Kulturen auf dem Brett des Nordfensters meines Arbeitszimmers bei einer Durchschnittstemperatur von 16° C. aufgestellt.

Leider gelang es mir nicht, bakterienfreie Reinkulturen herzustellen, da die isolierten Individuen immer sehr bald nach der Isolierung abstarben.

Die Resultate, welche ich an meinen Kulturen gewinnen konnte, will ich nach folgenden Gesichtspunkten ordnen:

A. Morphologische Eigentümlichkeiten.
B. Zellteilung.
C. Cysten.
D. Augenfleck.
E. Paramylon.
F. Einfluß der Reaktionen (Säure und Alkali).
G. Einfluß der Konzentration.
H. Einfluß organischer Nahrung.
J. Teilung und Teilungsgeschwindigkeit.
K. Degenerationserscheinungen.

A. Morphologische Eigentümlichkeiten.

Es versteht sich von selbst, daß hinsichtlich ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten die auf künstlichen Nährmedien kultivierten Zellen den auf ihrem natürlichen Substrat gefundenen nicht in allen Stücken entsprechen. Ich werde die Kulturbefunde schildern und mit den am frisch gesammelten Material beobachteten Erscheinungen vergleichen.

Die allgemeine Körperform und Größe der Euglenen ist in allen Nährmedien ungefähr die gleiche.

Die durchschnittlich lebhafte, rechtsdrehende Schwimmbewegung ist eine schraubenförmige.

Die Metabolie ist stark ausgeprägt, sowohl in flüssigen als auch festen Nährböden. Es bleibt der Euglene nach Verlust der Geißel somit immer noch die Möglichkeit der Bewegung.

Die Größenverhältnisse sind sehr verschieden, wie die Tabelle I zeigen wird. Es wurden vom Ausgangsmaterial 50 Euglenen im völlig ausgestreckten Zustand gemessen.

Tabelle I.

	Minimum	Mittel	Maximum
Länge	17,5 μ	34 μ	51 μ
Breite	5 μ	9 μ	13,5 μ

B. Zellteilung.

Die Zellteilung im beweglichen Zustand erfolgt bei *E. baltica* in flüssigen, seltener auf festen Nährböden. Besonders schön ließ sich die Teilung in ganz verdünntem Fucusdekokt verfolgen. Es fand nach dem Abwerfen der Geißel Kontraktion und Teilung der inneren Organe statt, während welcher Zeit die Euglene unbeweglich blieb. Sobald jedoch die Einschnürung begann, sproßten bereits die Geißeln der Tochterindividuen hervor, und bald wurden lebhafte Bewegungen ausgeführt, die nach vielfachem Hin- und Herzerren zur Trennung der Individuen führten. Die Bildung von Schleimhüllen konnte ich hierbei nicht beobachten.

Die Teilung im ruhenden Zustand innerhalb von Gallerthüllen trat meist auf festen Nährböden, z. B. 2% Agar-Agar, ein. Kulturversuche auf Gelatine führten wegen der sauren Reaktion zu keinem Resultat.

Auf 1% Agar-Agar sah ich häufig auch Teilungen im beweglichen Zustand. Hinzufügen möchte ich noch, daß Teilungen innerhalb von Schleimhüllen im abgerundeten Zustand in flüssigen Nährmedien wohl ebensooft zu konstatieren waren, wie solche im beweglichen Zustand.

Wie Zumstein habe auch ich Gelegenheit gehabt, eine simultane Dreiteilung auf 1% Glukoseagar zu beobachten. Die drei normal ausgebildeten Individuen waren am hinteren Körperende noch vereinigt. Das Vorhandensein von Geißeln konnte ich bei diesem Falle nicht feststellen. Eine weitere Eigentümlichkeit war die, daß zwei dieser Individuen mit je 2 Pigmentflecken, das dritte nur mit einem solchen ausgestattet war (vgl. Fig. 2), doch konnte ich nicht feststellen, ob es sich um echte Augenflecke oder um Carotin-Anhäufung anderer Art (siehe unten) handelt, da die Beobachtung auf Agar-Agar eine genauere Untersuchung nicht zuließ.

Fig. 2.
Simultane Dreiteilung auf Maisagar. 2 Individuen mit je 2 Augenflecken. (a^2) Vergr. 600.

C. Cysten.

Die Cysten der *E. baltica* sind von kugeliger, selten von ellipsoidischer Gestalt. Der Zellenleib erscheint infolge der starken Kontraktion dicht mit Paramylonkörnern erfüllt. Die Dicke der Membran schwankt zwischen 1,3 und 1,7 μ. Eine nachträgliche Zweiteilung innerhalb der Membran konnte ich an frisch gesammeltem Material nicht häufig beobachten, wohl aber auf künstlichen Nährböden. Veranlassung zur Bildung der Cysten war wohl die allmählich sich verringernde Nahrung oder ihre Veränderung durch Anhäufung von Stoffwechselprodukten fremder Organismen. Die schwach grüne Farbe nahm mehr einen grauen Ton an und häufig zeigten sich mehrere rote Körper, die wohl als Carotinanteil der sich zurückbildenden Chloroplasten anzusprechen sind (vgl. Küster[9]). Durch Übertragen dieser Cysten in gewöhnliches Seewasser gelang es leicht, ein Ausschlüpfen zu beobachten.

D. Augenfleck.

Der Augenfleck der Euglenen liegt nach Angaben der Autoren an der Vakuole. Francé[10]) fand eine Ausnahme bei *E. acus* und *E. Ehrenbergii,* doch verzichtet er auf eine nähere Schilderung dieses Ausnahmeverhaltens. Der Augenfleck der *E. baltica* ist vergleichbar einem gewölbten Scheibchen, daß sich nicht der Vakuole, sondern oberhalb derselben dem Membrantrichter anschmiegt. Die Form ist sehr verschieden, meist unregelmäßig, selten elliptisch oder kreisförmig. Die Größe des Stigmas betrug durchschnittlich 3 μ.

Der Definition Francé's, die dieser von den Pigmentflecken der Flagellaten als scheinbar allgemeingültig gibt, als einfachste Sehorgane — besser zu sagen wäre wohl Lichtempfindungsorgane — kann ich für die von mir untersuchte *E. baltica* nur im ersten Teil zustimmen, wenn genannter Schriftsteller von den Stigmata sagt; sie „bestehen aus einer plasmatischen feinmaschigen Grundsubstanz, in welche zahlreiche ölartige rote Körnchen eingelagert sind und aus entweder einem oder einigen bis zahlreichen stark licht-

[9]) Küster: Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der patholog. Pflanzenanatomie. In: Ergebnisse der allg. Pathologie usw. Band IX, 1907, pag. 406.

[10]) Francé, R.: Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 56, 1893.

brechenden, bei den Euglenoïdeen aus Paramylon bestehenden Körnchen, welche meist regelmäßig, zuweilen jedoch regellos gruppiert, eine Sonderung in größere, zentrale oder azentrale Kristall- und kleinere, immer zahlreichere Linsenkörper erlauben."

Von Kristall- und Linsenkörpern habe ich an den Pigmentflecken der *E. baltica* nichts entdecken können.

Einen Zerfall des Augenflecks in rote Körnchen nach Behandlung mit warmem Glycerin und Kalilauge habe ich beobachtet. Chloralhydrat bewirkte nach einiger Zeit ein Zusammenfließen der ölartigen Pigmentkörner, so daß die körnige Struktur verschwand und die Scheibchen jetzt homogen rot gefärbt erschienen; außerdem nahm der vorher unregelmäßig gestaltete Augenfleck eine runde Form an. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod trat keinerlei Veränderung am Pigmentfleck ein.

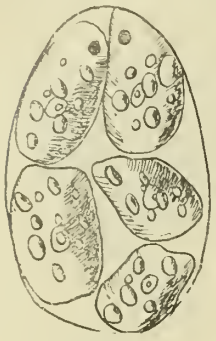


Fig. 3.
Gallerthülle mit 5 Euglenen, von denen nur 2 im Besitze eines Augenflecks sind. Von einer 4 Tage alten Maisagarkultur. Vergr. 1000.

Es sind mir auch stigmalose Euglenen bekannt geworden, die vermutlich durch ausbleibende Augenfleckteilung bei Vermehrung der Zellen zustande kommen. Beobachtet wurde dies bei den sich sehr lebhaft vermehrenden Euglenen auf Maisagar und 0,5% Glukoseagar. Bei der zweiten Generation war das Vorhandensein eines Augenflecks meist noch nachzuweisen, bei der dritten Generation war dies durchaus nicht immer möglich. Bei den in einer Gallerthülle vor sich gegangenen Teilungen traten mannigfache Abnormitäten hervor. So fand ich in einer Hülle drei Individuen, von denen zwei mit Pigmentflecken versehen waren, das dritte keinen besaß, dann fünf Individuen, von denen nur zwei mit Stigma ausgestattet waren (vgl. Fig. 3). Viererstadien, bei denen nur zwei oder drei Euglenen mit Augenfleck versehen waren, habe ich häufig beobachten können.

Ob den stigmalosen Individuen die Fähigkeit zukommt, den Augenfleck zu regenerieren, muß dahingestellt bleiben. Es kommen auf Nährmedien verschiedener Art Euglenen vor, die neben dem normalen Stigma oder in wechselndem Abstand von ihm eine Anhäufung roter Punkte aufweisen, die unter Umständen zwei Augenflecke vortäuschen können. Ich werde von diesen Erscheinungen im letzten Kapitel sprechen.

E. Paramylon.

Die Gestalt, Größe und Anzahl der Paramylonkörner ist recht verschieden. Ich fand kleinste Formen, die entweder kreisrunde Scheibchen waren und deutlich eine amphicoele Ausbildung erkennen ließen, und außerdem große, abgeflacht ellipsoidische Körner. Die kleinsten maßen ca. 1 μ, die größten 6 μ. In den Euglenen, die dem Ausgangsmaterial entstammten, fand ich nur erstere Formen von allerdings sehr verschiedener Größe. Die ellipsoidischen Großkörner wurden hauptsächlich nur in künstlich ernährten Individuen wahrgenommen. Die elliptischen Scheiben mit beiderseitiger Aushöhlung zeigen im Zentrum eine schwächer lichtbrechende Region, die je nach der Form des Kernes oval oder rund erscheint. Dieses lichtbrechende Zentrum wird in den neueren Paramylonuntersuchungen von Bütschli[11]) als Zentralhöhle bezeichnet und kann als Ausgangspunkt des Wachstums angesprochen werden. Körner mit zwei nebeneinanderliegenden Zentralhöhlen habe ich nicht gefunden.

In künstlichen Nährlösungen, namentlich auf Agar-Agar, nahmen die ursprünglich scheibenförmigen Paramylonkörner eine abgeflacht ellipsoidische Gestalt an und die Kleinkörner verschwanden fast gänzlich. Ich kann wohl mit Recht annehmen, daß diese ellipsoidische Form aus der scheibenförmigen durch doppelseitiges Wachstum hervorgeht. Schließen läßt darauf die interessante Spaltbarkeit der in kultivierten Euglenen gebildeten Körner. Wurde nämlich ein Präparat solcher mit Paramylon dicht erfüllter Euglenen unter dem Deckglas zerdrückt, so zerfielen die Paramylonkörner in regelmäßige Plättchen. Die Spaltung war in der Richtung der Längsachse vor sich gegangen und hatte das ellipsoidische Korn in drei oder mehr ovale Scheibchen gespalten. Diese eben erwähnte Erscheinung zeigte sich bei Euglenen, die ich längere Zeit auf Maisagar kultiviert hatte.

[11]) Bütschli, O.: Beiträge zur Kenntnis des Paramylons. Arch. f. Protistenkunde, Bd. VII, 1906.

F. Einfluß der Reaktionen. (Säure und Alkali.)

1. Säure.

Zumstein hat von der *Euglena gracilis* nachgewiesen, daß sie gegen Säure außerordentlich widerstandsfähig ist, obgleich die grünen Algen, wie namentlich Migula[12]) und Molisch[13]) fanden, gegen Säure äußerst empfindlich sind.

Euglena baltica verhält sich ganz anders als *E. gracilis,* indem sie nur ganz geringen Säuredosen zu widerstehen vermag. Als organische Säuren benutzte auch ich Zitronen-, Apfel-, Wein- und Oxalsäure.

a) Seewasser und Zitronensäure.

0,2 % wirkten sofort tötlich, indem die Euglenen zu Boden sanken und sich teils kontrahierten, teils streckten.

0,1 % wirkte auf drei Viertel der Individuen tötend, 25 % blieben zunächst am Leben, doch trat keine Vermehrung ein und die Individuen starben nach 4 Tagen ab.

0,05 % erwiesen sich als schwach giftig, es trat Cystenbildung, aber keine Teilung, und nach 7 Tagen der Tod ein.

0,025 % wirkten schwächer, da hier nach 7 Tagen Teilung einsetzte. Bis dahin hatten die Euglenen in bewegungslosem Zustande verharrt, dann begann jedoch lebhaftes Schwärmen zum Lichtrande. Nach weiteren 2 Tagen waren alle Individuen in Teilung begriffen. Bei den täglich vorgenommenen Beobachtungen fand ich stets schwärmende und in Teilung begriffene Euglenen vor.

b) 1 % Knop und Zitronensäure

wirkte in den obigen vier Konzentrationen giftig.

Es war vorstellbar, daß der Zusatz entwicklungsfördernder Substanzen die Euglenen gegen Zitronensäure widerstandsfähiger machen könnte. Ich untersuchte daher ihr Verhalten in organischen Nährlösungen, die durch Zitronensäure angesäuert waren.

c) Fucusextrakt und Zitronensäure.

0,2 % der Säure töteten sofort, in 0,1 % dagegen waren am nächsten Tage alle Zellen am Leben. Nach 2mal 24 Stunden hatten sich alle Individuen abgerundet, einige waren sogar tot und am dritten Tage lebte nur noch der vierte Teil; Teilungen fanden nicht statt.

In 0,05 % Zitronensäure schwärmten nach 24 Stunden fast alle Euglenen, nach 72 Stunden waren alle enzystiert, doch trat weder Teilung noch Schwärmen ein. Die Konzentration von 0,015 % der Säure schien den Individuen zuzusagen. Zwar hatte ihre Beweglichkeit binnen 24 Stunden abgenommen, doch hatten sich in dieser Zeit viele im beweglichen Zustand geteilt. Nach 2 Tagen hatte die Bewegung fast gänzlich aufgehört, die Zellen waren meist in ein Ruhestadium übergegangen, worin viele Teilungen stattfanden.

d) Erbsdekokt und Zitronensäure.

0,2 % und 0,1 % wirkten tötend, auch bei 0,05 % waren nach 24 Stunden einige tot, nach weiteren 24 Stunden lebten nur noch 75 %; Teilung war nicht eingetreten. Nach 7 Tagen waren die meisten Individuen abgerundet und nach weiteren 7 Tagen vollführten sie erst wieder ihre normalen Schwimmbewegungen und teilten sich. 0,025 % wirkten wenig giftig. Teilungen begannen erst nach 7 Tagen, wurden dann aber sehr lebhaft.

e) 0,5 % Pepton und 0,02 % acid. citr.

Diese Kombination sagte den Euglenen sehr zu; die Entwicklung in diesem Nährmedium kann als eine üppige bezeichnet werden.

---

[12]) Migula, W.: Über den Einfluß stark verdünnter Säurelösungen auf Algenzellen. Diss. Breslau 1888.

[13]) Molisch, H.: Die Ernährung der Algen I. Sitzungsber. d. Kais. Akad. zu Wien. Bd. 104 I. 1895.

„ Die Ernährung der Algen II. Ebendort Band 105 I. 1896.

f) Maisagar und Zitronensäure.

Auf diesem festen Nährsubstrat konnten die Flagellaten die Konzentrationen von 0,2—0,025 % überhaupt nicht vertragen; 24 Stunden nach dem Impfen waren alle Individuen abgestorben.

In der von Zumstein für *E. gracilis* als ausgezeichnet befundenen Nährlösung folgender Zusammensetzung:

0,5 % Pepton,
0,5 % Glukose,
0,2 % acid. citr.,
0,02 % Magnesiumsulfat,
0,05 % Kaliumphosphat,
100 % aq. dest.,

gingen meine Euglenen sofort zugrunde. Erst als ich in ihr die Konzentration der Zitronensäure um das Vierfache herabgesetzt hatte, gediehen die Euglenen in der Lösung vortrefflich.

Was die anderen zur Untersuchung herangezogenen Säuren, wie Apfel-, Wein- und Oxalsäure, betrifft, so wirkten sie in den Konzentrationen 0,2—0,025 in allen Fällen in kurzer Zeit giftig. Ein Rückblick auf die geschilderten Erscheinungen zeigt, daß *E. baltica* gegen organische Säuren außerordentlich empfindlich ist, Beigabe organischer Nahrung sie jedoch widerstandsfähiger macht.

2. Alkali.

Nachdem das Verhalten der Euglenen gegen Säure festgestellt war, lag es nahe, auch die Einwirkung von Alkali näher zu untersuchen. Es wurde eine $^1/_{10}$ molekulare Kalilauge verwendet, die tropfenweise den Kulturböden zugesetzt wurde. Als solche wurden benutzt 1 % Knop's Nährlösung, Seewasser, Fucusdekokt und Maisagar. Genauer untersucht habe ich das Verhalten in Knop'scher Nährlösung. Es wurden 5 ccm der schwachsauer reagierenden Knop'schen Lösung mit 10 Tropfen einer $^1/_{10}$ mol. Kalilauge neutral gemacht. Nach Zusatz eines weiteren Tropfens war die Reaktion schon schwach alkalisch. Es wurde geprüft, wie sich die Euglenen in neutraler und in mit 1, 2 und 3 Tropfen genannter Kalilauge alkalisch gemachter Knop'scher Nährlösung verhalten würden. Im großen und ganzen sagten diese Nährböden den Organismen nicht zu. In neutraler Lösung gingen sie bald in ein Ruhestadium über, worin Teilungen stattfanden. 12 Tage nach dem Impfen waren nur noch wenige Individuen am Leben. In den alkalisch reagierenden Lösungen war das Verhalten der Euglenen im wesentlichen das gleiche, nur daß mit steigendem Alkaligehalt das Absterben schneller vor sich ging; so waren in den mit 3 Tropfen Alkali versetzten Kulturen nach 3 Tagen keine Euglenen mehr am Leben.

In 1 % Knop'scher Lösung, deren Säure durch wenige Tropfen KOH abgestumpft war, war der Entwicklungsgang ein anderer. Die Lösungen wurden derart hergestellt, daß zu 5 ccm Flüssigkeit je 1, 2, 3 und 4 Tropfen der $^1/_{10}$ mol. KOH hinzugesetzt wurden. In der ersten und zweiten Kultur fand bald nach dem Übertragen ein Abrunden der Individuen und lebhafte Teilung statt, bis zum 6. Tage, wo fast alle Euglenen schwärmten. Infolge der lebhaften Teilung traten Zwergindividuen auf, deren Größe geringer war (10—11 μ), als die der kleinsten der Ausgangskultur entstammenden Zellen (17,5 μ). Die Farbe der Euglenen war schön dunkelgrün, nur das Hinterende war auffallend farblos. Die folgenden Tage verliefen ohne Teilung, vielmehr fand ein Heranwachsen der kleinen Individuen statt, bis sie nach 6 Tagen ihre normale Größe erreicht hatten. Von da ab setzte wiederum die eben geschilderte Teilungsperiode ein, obgleich nicht so intensiv wie das erste Mal. Paramylonkörner waren nur in geringer Menge ausgebildet und in der Zellenmitte gruppiert.

In der durch Zusatz von 2 und 3 Tropfen KOH gewonnenen Knop'schen Lösung war die Entwicklung wesentlich ebenso, nur nicht so lebhaft.

Seewasser, dem die vorher beschriebenen Mengen Alkali beigegeben waren, übte auf die Organismen einen ähnlichen Einfluß aus, wie ich es eben für 1 % Knop beschrieben habe.

Weiterhin prüfte ich das Verhalten gegen braunen Fucusdekokt, der sich bei der Kultur des *Gymnodinium fucorum* Küster als äußerst günstiges Medium herausgestellt hatte. Jedoch erwies sich brauner Dekokt als zu stark, dagegen war ein schwach rötlich gefärbter Extrakt jenes Fucus, mit wenig Alkali

versetzt, ein vorzügliches Kulturmedium. Anfänglich teilten sich hierin die Euglenen in ruhendem, nach 6 Tagen jedoch in beweglichem Zustande. Die lebhafte Teilung ist indessen wohl mehr auf Rechnung des Fucusdekokts als auf die Einwirkung des Alkalis zu setzen.

Auf Mais- und Glukoseagar mit gleichfalls alkalischem Zusatz war die Entwicklung eine sehr kümmerliche, und die Zellen gingen bald in einen pathologischen Zustand über.

Nach den mit Alkali gemachten Erfahrungen scheint es, daß, abgesehen von festen Nährböden, ein geringer Zusatz zunächst die Entwicklung fördert, nach der ersten Teilungsperiode von 6 Tagen, die bei Knop und Seewasser sehr gut zum Ausdruck kam, jedoch die Vermehrung bedeutend nachläßt. Alkali verbunden mit festen Nährböden, wie mit dem an und für sich schwach alkalischen Agar-Agar übte sogar eine entwicklungshindernde Wirkung aus.

G. Einfluß der Konzentration.

1. Flüssige Medien.

Die hier in Frage kommenden Kulturen beziehen sich auf Seewasser, das entweder mit destilliertem Wasser verdünnt oder durch Zugabe von Chlornatrium konzentrierter gemacht worden war.

Die beiden Seewasserlösungen will ich kurz mit $\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$ bezeichnen, d. h. es war das Seewasser mit aq. dest. auf $^1/_2$ bezw. $^1/_4$ seiner ursprünglichen Konzentration gebracht.

In reines Seewasser übertragen zehren die Euglenen die darin zu Gebote stehenden Nährsalze auf, speichern reichlich Paramylon, um sich dann zu enzystieren.

In $\frac{S}{2}$ gesetzt, vollführen die Euglenen trotz Herabsetzung des osmotischen Druckes ihre Schwimmbewegungen weiter und zwar eilen die Individuen in den dem Licht ausgesetzten Kulturen dem Lichtrande zu, während die im Dunkeln stehenden sich am Rande des Kulturtropfens gleichmäßig verteilen, was auf Sauerstoffreiz hindeutet. Am Lichte hört die Beweglichkeit früher auf, Teilungen finden in diesem Zustande nicht statt, dagegen ist in Dunkelkulturen bedeutend länger ein Schwärmen zu beobachten, dem dann erst Abrundung und Teilung folgt.

Beim Übertragen in $\frac{S}{4}$ nimmt die Beweglichkeit etwas mehr ab, die Teilung setzt daher schon früher ein.

Selbst die Übertragung der Euglenen in Leitungswasser hatte keine nachhaltigen Wirkungen zur Folge. Die Schwimmbewegung ließ bedeutend nach und unter starken metabolischen Bewegungen rundeten sich die Euglenen ab. Nach zwei Tagen lagen die ersten Teilungen (28%) vor. Erst am 5. Tage hatten die Flagellaten die alte Beweglichkeit wiedererlangt. Die Form der Zelle war etwas verändert; sie erschien größer und mehr zylindrisch, vom Endstachel war nichts zu entdecken. Die Chromatophoren wurden etwas reduziert und nur das terminale Ende schien damit ausgestattet zu sein. Die Pigmentkörnchen des Augenflecks hatten eine hellere Farbe angenommen. Die Teilung war eine sehr träge; nach 4 Wochen waren noch alle Zellen im beweglichen Zustand.

Das unmittelbare Übertragen der Euglenen in Seewasser mit höherem Chlornatriumgehalt wird von ihnen gut vertragen. 1%, 2% und 4% wirkten durchaus ungiftig, erst bei 8% trat sofort Tod ein.

4 Tage nach dem Impfen der ersten Kultur (Seewasser + 1% NaCl) hatten sich alle Euglenen abgekugelt, um nur hin und wieder auszuschwärmen, doch blieben sie im allgemeinen im Ruhestadium.

In Seewasser + 2% NaCl rundeten sich die Euglenen sehr schnell ab und erlangten erst nach 9 Tagen ihre alte Beweglichkeit zurück.

Interessant war das Verhalten in Seewasser + 4% ClNa. Die Bewegungen hörten sofort auf und schon nach 48 Stunden hatten sich alle Euglenen in ihren Gallerthüllen geteilt. Die Teilung war in den ersten Tagen eine sehr lebhafte, so daß ich das Vorkommen von Zwergindividuen feststellen konnte. Auffällig war das Vorhandensein einer großen, oft terminalen, Vakuole in sämtlichen Zellen. Nach 25 Tagen führten die vorhandenen Schwärmer nur noch recht langsame Bewegungen aus.

2. Feste Medien.

Als feste Medien wurde ein 1% Agar-Agar verwendet, der den Euglenen eine größere Beweglichkeit gestattete als der 2%.

Das Umherkriechen auf Seewasser-Agar unterblieb zunächst, erst nachdem nach 48 Stunden die ersten Teilungen stattgefunden hatten, begannen die Tochterindividuen sich auf der gallertigen Unterlage kriechend fortzubewegen. Dann folgten bald wieder neue Teilungen. Schon nach wenigen Tagen begann starkes Schwinden des Chlorophylls bis zur Farblosigkeit.

Auf Agar-Agar mit $\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$ verhielten sich die Euglenen wesentlich ebenso, nur daß die Teilung schon nach 24 Stunden begann.

Auf Leitungswasser-Agar lagen schon nach 24 Stunden die Enkelgenerationen vor. Die Gallerthüllen waren außerordentlich groß ausgebildet, auch fehlte infolge rascher Teilung vielen Individuen der Augenfleck. Nach 3mal 24 Stunden hatte ich Gelegenheit, auch Gallerthüllen mit 16 Individuen zu beobachten. Schon nach 4 Tagen traten infolge lebhafter Teilung nahezu farblose Euglenen auf, die nur 1 oder 2 Chromatophoren zu haben schienen. Es wurde viel Paramylon gespeichert, die Bildung von Karotin war gering. Die außerordentlich großen Gallerthüllen hatten eine Dicke von 13—14 μ, so daß sie den eingeschlossenen Euglenen große Beweglichkeit einräumten.

Auf Seewasser-Agar mit 1% ClNa Zusatz traten viele interessante Erscheinungen auf. Die Vermehrung begann schon nach 24 Stunden, doch war sie nur recht spärlich, auch begann die Bildung der Degenerationsprodukte schon nach 3 Tagen.

Nach 14 Tagen beobachtete ich einige nahezu farblose Individuen, die unter den seltsamsten metabolischen Formveränderungen über die Agarfläche ziemlich schnell hinwegkrochen, teilweise sogar mit dem Hinterende voran. Das vorankriechende Ende war außerordentlich schmal, meist 2—3 μ breit, dagegen erreichte die Länge ein sehr hohes Maß (75 μ). Der nachschleifende Teil der Zelle war meist sehr flach und breit, doch konnte auch er ganz schmal ausgezogen werden, wenn die Euglene z. B. gezwungen war, zwischen zwei dicht nebeneinanderliegenden Hindernissen hindurchzuschlüpfen. Die größten auf diesem Nährboden vorgefundenen Zellen hatten einen Durchmesser von durchschnittlich 47,5 μ, die kleinsten einen solchen von 19 μ.

Eine weitere Eigentümlichkeit ließ sich auf einer Agarplatte gleicher Zusammensetzung beobachten, auf der eine äußerst schmale, nur ca. 1 μ breite Oscillarie neben der Euglene wuchs. Durch die große Beweglichkeit der Cyanophyceen kam es wiederholt zu Ring- oder Nesterbildungen, indem sich der Faden spiralfederartig einrollte. So kam es denn, daß einige Euglenen auf diese Weise eingekreist wurden, was ich sehr schön beobachten konnte, wie die Oscillarie ihre Schlingen immer enger zog. Nach vollzogener Einkreisung rotierte entweder das ringförmige Fadengewirr um die festliegende Euglene, oder letztere war gezwungen, diesen Rotationsbewegungen zu folgen. In einem Falle habe ich genauere Messungen vorgenommen. Die Länge der Euglene inkl. des Fadenkomplexes betrug 42,5 μ, die der Euglene allein 22,5 μ, die Breite mit Oscillarien 35 μ, ohne Oscillarien 20 μ. Die durchschnittlich 8—9 μ breite Zusammenlagerung der Fäden rotierte in 2 Minuten 40 Sekunden einmal um die festliegende Euglene (vgl. Fig. 4). Derartige Fälle habe ich 9- oder 10mal beobachten können.

Fig. 4.
Eine von Oscillariafäden eng umschlossene Euglene. Diese liegt fest, während die Blaualgenfäden um sie in 2 Min. 40 Sek. einmal rotieren. Vergr. 1000.
o = Oscillariafäden,
a = Augenfleck.

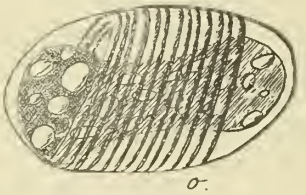


Fig. 5.
Eine in eine Gallerthülle eingedrungene Oscillarie (o), die Flagellate sanduhrförmig einschnürend. Vergr. 1000.

Eine andere, nicht minder interessante Einwirkung einer Oscillarie auf eine Euglene zeigte sich auf dem gleichen Kulturboden. Hier war offenbar eine Oscillarie in eine Gallerthülle eingedrungen, in der eine Euglene lag. Durch Wachstum hatte sie sich derart den zur Verfügung stehenden Raum zunutze gemacht, daß sie den Flagellatenkörper in engen Windungen umspann und sanduhrförmig einschnürte (vgl. Fig. 5).

Das Wachstum auf Seewasser-Agar mit 2% ClNa-Gehalt war recht kümmerlich. Die ersten Teilungen traten erst nach drei Tagen ein. Die jungen Individuen wuchsen äußerst langsam heran und blieben meist in ihren Gallerthüllen.

Auf Seewasser-Agar mit 4% ClNa starben die Euglenen schon nach 24 Stunden ab.

Der Einfluß der Konzentration war somit in flüssigen Medien ein anderer als auf festen, was besonders bei der letzten Konzentration (Seewasser 4% ClNa) zutage trat; während die Euglenen im flüssigen Medium sich immerhin noch gut entwickelten, fielen sie auf Agar-Agar sofort dem Tode anheim. Im übrigen begannen in flüssigen Medien die Teilungen früher als auf festen, nahmen aber auf diesen mit fallender Konzentration sehr schnell zu, was recht schön beim Leitungswasser-Agar deutlich wurde, wo schon nach 12 Stunden die ersten Teilungen vorlagen.

H. Einfluß organischer Nahrung.

Daß Flagellaten, auch diejenigen, welche assimilationsfähige Chromatophoren besitzen, organische Nahrung keineswegs verschmähen, sondern vielmehr auf Nährmedien, welche Kohlenstoffverbindungen oder sogar organische Stickstoffverbindungen enthalten, gut gedeihen, geht aus den oben zitierten Arbeiten der bereits genannten Autoren hervor. Insbesondere die Untersuchungen Zumstein's, welcher *Euglena gracilis* auf zuckerhaltigen Lösungen farblos werden sah, veranlaßten mich, auch *Euglena baltica* auf organischen Nährböden systematisch zu züchten. *E. baltica* wird insofern nicht so leicht farblos wie *E. gracilis,* als auch in zuckerreichen Medien neben farblosen und chlorophyllarmen Individuen immer noch zahlreiche chlorophyllreiche beobachtet werden können. Andererseits ist bemerkenswert, daß auch Ernährung mit Agar-Agar bezw. die von ihm sich ableitenden hydrolytischen Spaltungsprodukte ausreichen, um mehr oder weniger zahlreiche Euglenenzellen chlorophyllarm werden zu lassen. Normal gebaute, bewegliche, paramylonreiche Euglenenzellen, die nur 2 oder 3 Chlorophyllscheibchen enthielten oder noch chlorophyllärmer waren, beobachtete ich auf Seewasser-Agar, Mais-Agar, Glukose-Agar usw. Wie gesagt, lagen meinen Untersuchungen leider keine Reinkulturen, sondern bakterienhaltige zugrunde. Es wäre sehr wohl vorstellbar, daß die Bakterien den Agar im Sinne einer hydrolytischen Spaltung verändert haben und dadurch zum Anlaß für die Chlorophyllreduktion in den Euglenenzellen geworden sind.

1. Kultur in Trauben- und Rohrzucker.

Die angewandten Lösungen wurden sämtlich mit Seewasser hergestellt und sagten den Euglenen sehr zu. Als stärkste Konzentration verwandte ich 10% Glukose. Schon nach 11 Tagen traten sowohl in Dunkel- wie Lichtkulturen die ersten wenigen farblosen Euglenen auf. Neben den völlig farblosen waren stets zahlreiche Übergänge zu den normal gefärbten Flagellaten vorhanden. Immerhin unterscheiden sich meine Befunde von denen Zumstein's. Zwar war das Verhalten in Dunkelkulturen nahezu das gleiche wie es Zumstein beschrieb, etwas anders jedoch am Licht. Bei *E. gracilis* traten nach Übertragen aus erschöpften Nährlösungen in neue organische, in den ersten Tagen farblose Individuen auf, die sich jedoch nach Gewöhnung an die Konzentration wieder grün färbten. Bei *E. baltica* dagegen beförderte das Übertragen in reiche organische Nährlösung (10% Glukose) und außerdem Erhöhung der Temperatur (25° C.) am Lichte das Farbloswerden; die Euglenen erhielten auch nach langer Zeit nicht die ursprüngliche grüne Farbe wieder.

Die Beobachtungen Zumstein's, daß sich in Dunkelkulturen zahlreiche rote Degenerationsprodukte des Chlorophylls anhäufen, kann ich für die *E. baltica,* obgleich sie an und für sich stark zu degenerieren geneigt ist, nicht bestätigen, wohl aber, daß im Dunkeln keine Neubildung des Pigments stattfindet.

In 5% Glukose-Kulturen konnte ich keine farblosen Formen beobachten.

Am lebhaftesten war die Vermehrung in 1% Glukose-Lösungen. Kulturen auf mit derartiger Lösung getränkten Gipsplatten lieferten Euglenen von normalem Habitus; ihre durchschnittliche Größe betrug 34,5 μ.

Selbst in Rohrzuckerlösung (Präparat von Merck) war eine schwache Entwicklung festzustellen. Die Euglenen führten in 5% Lösung nur hin und wieder träge Bewegungen aus, sich gleichzeitig dabei dem Lichte nähernd. Eine so starke Reduktion der Chromatophoren wie bei Glukose war nicht zu finden. Schon nach wenigen Wochen traten zahlreiche Degenerationserscheinungen auf.

In 1% Rohrzuckerlösung war das Wachstum ein lebhafteres als in der fünfprozentigen, so daß es mir möglich war, die schon früher beschriebenen Zwergindividuen zu beobachten. Auffallend war wieder die ausgeprägte Phototaxis. Am Hinterende trat eine Vakuole auf, das Paramylon wurde infolgedessen mehr nach vorn gelagert. Überhaupt hatte die sonst spindelförmige Gestalt der Zelle eine mehr zylindrische Form angenommen. Der Augenfleck erschien wieder sehr blaß, ebenso waren die Chlorophyllträger stark reduziert.

Auf Agar-Agar, der mit Glukose versetzt war, ging das Farbloswerden sehr schnell vor sich. Namentlich auf 10% Glukoseagar trat schon nach 2 Tagen starke Reduktion des Chlorophylls ein. Genauer studiert wurde das Verhalten auf 1% Traubenzuckeragar. Die Gallertbildung war nur gering. Die zwei Individuen enthaltenden kugelartigen Hüllen maßen durchschnittlich 29 μ im Durchmesser, die Größe der 4 Euglenen enthaltenden Cysten betrug 40 μ. Solange 4 Individuen in einer Cystenhaut lagen, war letztere deutlich zu erkennen. Um 8 Individuen wurde nie eine beobachtet, wohl aber in einigen Fällen um 6, wo also die Teilung unregelmäßig vor sich gegangen war. Sobald die Individuen ausgeschlüpft waren, war die Cystenhaut verschwunden. Die ausschwärmenden Euglenen wuchsen sehr schnell zu normaler Größe heran und reduzierten schnell ihre Chromatophoren. Schon nach 6 Tagen lagen die ersten völlig farblosen Individuen vor. Eine unvollkommene Zweiteilung eines solchen Individuums habe ich einmal beobachtet. Gleichzeitig machte sich in den noch schwach grün gefärbten Zellen Carotinausscheidung bemerkbar.

2. Pepton.

In Pepton und Glukose, der Pepton beigegeben war, war die Entwicklung bedeutend lebhafter als in reiner Glukose.

3. Kulturböden von nicht näher bekannter Zusammensetzung.

Fucusdekokt.

Sehr geeignet zur Kultur war eine äußerst schwache Aufkochung von Fucus, welche nur rötlich gefärbt war. Die Vermehrung war eine sehr lebhafte, die Farbe prächtig grün, auch der Augenfleck war schon ausgebildet, fast rund. Die Form der Zellen wurde mehr und mehr zylindrisch. Die Individuen, welche ich hier beobachten konnte, hatten meist Maximalgröße: Länge 50 μ, Breite 11,5 μ. Gipsplättchen, die mit diesem Fucusdekokt getränkt waren, waren ein guter Nährboden und lieferten schöne Teilungsstadien im beweglichen Zustand. Die Verteilung der Chromatophoren war äußerst regellos, meist erweckte es den Eindruck, als hätten die Euglenen nur 2 größere Chlorophyllträger. — Erbs- und Maisdekokt erwiesen sich gleichfalls als sehr gute Nährmedien.

Von der Kultur auf Agarplatten ohne jeden Zusatz ist schon unter dem Kapitel „Konzentration“ gesprochen. Immerhin ist auf ihnen das Wachstum in den meisten Fällen erheblich geringer als in Flüssigkeiten, was sich aus der Fixierung der Organismen hinreichend erklärt.

Ich habe außer braunem Fucus-Agar, der sich nicht als günstig erwies, noch das Verhalten auf Mais- und Stärke-Agar verfolgt.

Mais-Agar wurde in der Weise hergestellt, daß vor der Sterilisation in jede mit Agar beschickte Petrischale ein Maiskorn gelegt wurde. Während der Sterilisation diffundierten offenbar reichlich Nährstoffe aus dem Maiskorn in den umgebenden Agar. Den Stärkeagar bereitete ich durch Verkleisterung einer Messerspitze Amylum in derjenigen Quantität von Agar, die zur Füllung einer Petrischale erforderlich war.

Auf beiden Nährmedien wuchsen die Euglenen fast gleich gut und füllten sich mit reichlichen Mengen Paramylon. Die durchschnittliche Größe der Körner war 4,4 μ. Die kleinsten Individuen maßen nach 4 Tagen 12,5 μ, die größten 27,5 μ; die Durchschnittsgröße war somit 20 μ.

J. Teilung und Teilungsgeschwindigkeit.

Was zunächst die Teilung im allgemeinen angeht, so ist Zumstein für *E. gracilis* zu dem Resultat gelangt, „daß nur dann die ganze Teilung in Ruhe innerhalb einer Schleimhülle vollzogen wird,

wenn das Substrat genügend konsistent ist. Sowie die Unterlage ein Umherkriechen oder gar eine Schwimmbewegung gestattet, teilt sich die Euglene im beweglichen Zustand".

Für *E. baltica* treffen diese Befunde ohne weiteres nicht zu, vielmehr habe ich beobachten können, daß die Teilung im ruhenden oder beweglichen Zustande in erster Linie von der Konzentration des Nährmediums abhängt.

In Seewasserkulturen teilten sich die Euglenen im beweglichen Zustand; in Seewasser + 1% Cl Na ebenfalls; in Seewasser + 2% Cl Na teils im beweglichen, teils im ruhenden Zustand, bei noch höheren Konzentrationen (Seewasser + 4% Cl Na) ausschließlich im ruhenden Zustand. Ähnliche Resultate ergaben die Kulturversuche in organischen Nährlösungen: in Seewasser + 5% Glukose wurden Teilungen im beweglichen Zustand beobachtet, in Seewasser, dem 5% Glukose und 2% Cl Na zugesetzt waren, wurden keine beweglichen Teilungen mehr gesehen.

Im Originalwasser teilt sich *E. baltica* durchschnittlich alle 2mal 24 Stunden einmal. Die Resultate in flüssigen Medien wurden derart gewonnen, daß Tropfenkulturen mit nur wenigen Euglenen in feuchter Kammer täglich beobachtet und gezählt wurden. Doch sind die Untersuchungen durchaus nicht erschöpfend, da ich nicht alle Flüssigkeiten nach der Richtung hin geprüft habe. Leichter war die Beobachtung auf Agar. Im folgenden möchte ich kurz einige Angaben über die Teilungsgeschwindigkeit der *E. baltica* in Form von Tabelle II geben.

Tabelle II.

Flüssige Medien	Beginn der Teilung nach	Feste Medien Agar-Agar	Beginn der Teilung nach
Originalwasser	2×24 Stunden	Seewasser	2×24 Stunden
$\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$	2×24 „	$\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$	24 „
Leitungswasser	2×24 „	Leitungswasser	12 „
Seewasser + 1% Cl Na	2×24 „	Seewasser + 1% Cl Na	24 „
„ + 2% „	2×24 „	„ + 2% „	3×24 „
„ + 4% „	2×24 „	Mais	2×24 „
0,5% Knop	24 „	Glukose	2×24 „
1% „	24 „		
2% „	2×24 „		
4% „	3×24 „		
Seewasser + 1% Glukose	24 „		
„ + 5% „	3×24 „		
„ +10% „	4×24 „		

Vergleicht man *E. baltica* hinsichtlich der kürzesten von mir beobachteten Generationsdauer mit anderen einzelligen Organismen, so ergibt sich folgende Reihenfolge:

1. Weinhefe 2 Stunden, cf. Kohl[14]).
2. *Nitschia putrida* 5 Stunden, cf. Richter[15]).
3. *Euglena baltica* 12 Stunden.
4. *Gymnodinium* 24 Stunden, cf. Küster[16]).
5. *Closterium u. Cosmarium* 48 Stunden, cf. Andreesen[17]).

[14]) Kohl: Die Hefepilze. Leipzig 1908, p. 202.

[15]) Richter, Oswald: Zur Physiologie d. Diatomeen. Zweite Mitteilung. Denkschrift d. kaiserl. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1909, Band 84, pag. 711.

[16]) Küster, E.: a. a. O.

[17]) Andreesen, Alfred: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie der Desmidiaceen. Flora, 99. Band, 4. Heft 1909.

K. Degenerationserscheinungen.

Nachdem ich bereits früher vom Abblassen der Euglenen und der Verkleinerung ihrer Chloroplasten gesprochen habe, ein Phänomen, das ich vielleicht als Degenerationserscheinung ansprechen kann, wäre wohl an dieser Stelle nur noch des Auftretens roter Tröpfchen oder Körnchen Erwähnung zu tun. Sie sind schon häufig beobachtet und hauptsächlich von Klebs[18]) in mit Chytridien infizierten Euglenen gefunden worden. Bei oberflächlicher Betrachtung glaubt man es mit Individuen zu tun zu haben, welche im Besitze mehrerer Augenflecke sind (s. o.). Doch die genauere Untersuchung zeigt, daß die Substanz des Augenflecks und die der Körnchen nicht identisch ist. Die Körnchen haben eine mehr stumpfe, braunrote Farbe gegenüber dem leuchtenden Hell- oder Dunkelrot des Augenflecks. Wodurch wird das Auftreten dieser Körner veranlaßt? Sicher beruht die Erscheinung auf einer Zersetzung des Chlorophylls bei unzureichender Nahrung, denn stets ist mit der Bildung der Körnchen eine Verkleinerung der Chromatophoren verbunden. Auffällig ist, daß die Bildung in den weitaus meisten Fällen in den dem Pigmentfleck zunächstliegenden Chromatophoren beginnt, doch habe ich Fälle beobachtet, wo die Degeneration am entgegengesetzten Ende der Zelle einsetzte (vgl. Fig. 6).

Fig. 6.
Euglenen mit stark reduzierten Chromatophoren und Karotinansammlungen (c), a = Augenfleck, p = Paramylon. Vergr. 600.

Die Zersetzung begann auf festen Medien eher als in flüssigen. Nur solche Euglenen, die sich hatten bewegen und nährstoffreichere Stellen aufsuchen können, neigten nur unter gewissen Umständen zur Degeneration. Sie wurde in flüssigen Medien, die der Euglene zusagten, nicht beobachtet, dagegen in solchen, wo sie sich nur spärlich vermehrten. Am schnellsten trat die Erscheinung auf Agar-Agar zutage, wo die Euglenen erstens in ihrer Beweglichkeit sehr gehindert und außerdem eng aneinandergelagert waren. Unter diesen Umständen trat allmählich die Degeneration des Chlorophylls ein, indem sich kleine rote Tröpfchen bildeten und so gruppierten, daß man an ihrer Lage den Umriß des früheren Chromatophors erkennen konnte (vgl. Fig. 6). Die Anordnung der roten Carotintröpfchen entsprach ungefähr dem von Schimper[19]) für Hartwegia angegebenen Bilde.

Worauf die am Vorderende der Zelle beginnenden Degenerationserscheinungen beruhen, darüber können erst umfassendere Untersuchungen Aufschluß geben.

Mit Chytridien infizierte Exemplare, wie sie Klebs gesehen hat, habe ich nicht gefunden. Bei dem von Klebs[20]) beobachteten „roten Öl" in schlecht ernährten Flagellatenzellen handelt es sich vielleicht um ein mit dem von mir beobachteten Körnchen identisches Degenerationsprodukt.

II. Cryptoglena americana Davis[21]).

(*Cyanomonas americana* Oltmanns[22]).

A. Mitteilungen früherer Autoren.

Einige blaugrüne Flagellaten sind schon seit langer Zeit bekannt. Schon Ehrenberg[23]) veröffentlichte 1838 einige Spezies unter dem Genus Cryptomonas und Cryptoglena. Letztere hatte gegenüber der vorletzten den Besitz eines Pigmentflecks voraus, weswegen Davis seine Form hierher rechnet. Unter Cryptomonas faßte Perty[24]) alle blaugrünen und grasgrünen Formen Ehrenbergs zusammen.

[18]) Klebs, a. a. O.

[19]) Schimper, A. F. W.: Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrbuch für wiss. Botanik, Bd. 16, 1885, Tafel III, Fig. 20.

[20]) Klebs, a. a. O.

[21]) Davis: A blue-green motile cell. Botanical Gazette, vol. XIX, 1894.

[22]) Oltmanns: Morphologie und Biologie der Algen. Band 1, pag. 30.

[23]) Ehrenberg: Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. 1838.

[24]) Perty: Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852.

Stein[25]) beschrieb 1878 einen *Cryptomonas ovata* Ehrenberg, der jedoch nicht mit der von Ehrenberg beschriebenen gleichnamigen Form identisch ist. Letztere hat nur eine Geißel und ist grasgrün, während die Stein'sche Form blaugrün ist und 2 Cilien trägt.

Cienkowsky[26]) und Dangeard[27]) haben gleichfalls *Cryptomonas ovata* beschrieben, welche mit Steins Form identisch ist. Später beschrieb Dangeard eine neue blaugrüne Flagellate, *Cryptomonas cyana,* ebenso eine marine Form, *Cryptomonas marina,* doch sind die Beschreibungen zu kurz, um ein klares Bild von den morphologischen Verhältnissen zu geben.

Die von Hansgirg[28]) als *Chroomonas Nordstedtii* beschriebene Form gleicht in den Maßen der *Cryptoglena americana* sehr, jedoch fehlen ihr die Pigmentflecke, dagegen besitzt sie Pyrenoide.

B. Resultate eigener Untersuchungen.

Es schien nicht unangebracht, die von Davis in Salzsümpfen und von mir im Meerwasser gefundene *Cryptoglena americana* ernährungsphysiologisch mit der im ersten Teile behandelten *Euglena baltica* zu vergleichen, gleichzeitig aber auch Versuche anzustellen, ob die vorliegende Form zu den oligonitrophilen Organismen Beyerinck's[29]) zu rechnen sei. Beyerinck, der sich eingehend mit der Kultur von Blaualgen beschäftigt hat, bezeichnet Nostocaceen und Chroococcaceen als oligonitrophil, d. h. sie erreichen nach Beyerinck ihr optimales Wachstum dann, wenn im Nährboden nur äußerst geringe Mengen Stickstoff enthalten sind. Ich versuchte zu ermitteln, ob die in *Cryptoglena americana* mir vorliegenden blaugrünen Flagellaten gebundenen Stickstoff verschmähten und stellte zu diesem Zwecke Kulturen mit verschiedenen N-Verbindungen an (Nitrate, Ammoniumsulfat, Amidokörper, Pepton).

a) Morphologisches.

Die morphologischen Verhältnisse von *Cryptoglena americana* hat Davis bereits in seiner zitierten Schrift erörtert. Ich kann seine Angaben nur bestätigen und habe ihnen nichts Wesentliches hinzuzufügen.

b) Verhalten gegen Säure und Alkali.

Die *Cryptoglena americana* ist sowohl gegen Säure wie Alkali sehr empfindlich. Die Konzentrationen von 0,1%—0,0125% Zitronensäure wirkten sehr schnell giftig, wenigstens in anorganischen Nährlösungen. Wurde den Flagellaten aber organisches Nährmaterial geboten, so zeigten sie sich gegen Säure widerstandsfähiger. Ich werde in einem späteren Kapitel darauf zurückzukommen haben.

Selbst den geringen Alkalizusatz eines Tropfens einer $^1/_{10}$ mol. KOH zu 5 ccm Seewasser konnten die Organismen nicht lange vertragen, während der Zusatz von mehr Tropfen sofort tötete. Auf deutlich alkalisch reagierendem Agar starben gleichfalls einige Individuen ab, die übrigen vermehrten sich nur spärlich.

c) Einfluß der Konzentration.

α) Flüssige Medien.

In Seewasser und $\frac{S}{2}$ ging die Vermehrung langsam vor sich, dagegen in $\frac{S}{4}$ und Leitungswasser ganz außerordentlich schnell. Alle Zellen hatten den Lichtrand aufgesucht und sich hier geteilt.

In Seewasser mit 1% Cl Na war das Wachstum ein nur geringes, das mit steigendem Cl Na-Gehalt immer mehr abnahm, doch erfolgte ein Absterben bei 8% noch nicht. Selbst in 16%iger Lösung blieben anfänglich zahlreiche Individuen am Leben, doch habe ich keine Vermehrung festgestellt.

β) Feste Medien.

Auf mit Seewasser bereitetem Agar war das Wachstum ein langsames, aber gutes. Die Zellen waren normal ausgebildet, bewegten sich jedoch nicht, sondern bildeten schöne, blaugrüne Häufchen. Auf mit

[25]) Stein: Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., I. Hälfte, 1878.
[26]) Cienkowsky: Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Archiv f. mikroskop. Anat. 6, 1870.
[27]) Dangeard: Contribution à létude des organismes inférieurs. Le Botaniste II, 1890.
„ Note sur un Crypt. marin. Le Botaniste III, 1892.
[28]) Hansgirg: Bot. Zentralblatt 23/24, 1885.
[29]) Beyerinck: Über oligonitrophile Nikroben. Zbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. VII, 1901.

$\frac{S}{2}$ angesetztem Agar war die Vermehrung eine lebhaftere, nahm jedoch wieder ab auf mit $\frac{S}{4}$ und Leitungswasser bereitetem Agar.

Die Konzentration von 1% Cl Na wurde gut vertragen, ebenso 2%, doch ließen die Teilungen sehr nach. Bei 4% und 8% starben schon viele, bei 16% Cl Na alle Flagellaten ab.

d) Einfluß der Stickstoffnahrung.

(1. Feste Medien.)

α) $NaNO_3$.

Auf Agar, der 0,5% $NaNO_3$ enthielt, trat die Vermehrung schon nach 24 Stunden ein; sie war anfänglich reichlich, wenigstens an den folgenden 4—5 Tagen. Da die Organismen sich auf dem Agar nicht bewegten, trat lokaler Nahrungsmangel ein. Ähnlich war das Verhalten auf Agar mit 0,2% und 0,1% $NaNO_3$. Ihr optimales Wachstum erreichten die Organismen auf Nährböden mit 0,05% des Nitrats. Bei 0,5%, 0,2%, 0,1% trat erst nach 2 Tagen Teilung, bei 0,05% diese schon nach 24 Stunden ein. Der Beginn der Vermehrung wurde somit durch steigende Konzentration verzögert.

β) KNO_3.

Besser als $NaNO_3$ sagte den Organismen KNO_3 zu. Das Wachstum war hier am besten im Vergleich zu den beiden anderen angewandten anorganischen Stickstoffverbindungen, dem $NaNO_3$ und $Ca(NO_3)_2$.

Die Organismen zeigten in den angewandten Konzentrationen von 0,5%—0,063% ohne Unterschied ein vorzügliches Wachstum; ein Unterschied war nur im Beginn der Teilung wahrzunehmen. Bei 0,5% begann diese nach 48 Stunden, bei den nächst niederen Konzentrationen nach 24 Stunden.

γ) $Ca(NO_3)_2$.

Kalziumnitrat endlich wirkte bei 0,5% und 0,25% auf einige Individuen tötend, doch begannen die überlebenden sich schon nach 48 Stunden zu teilen. Bei 0,125% und 0,063% blieben alle Flagellaten am Leben. Im ersteren Falle begann die Teilung nach 2 Tagen, im zweiten Falle nach 24 Stunden. Immerhin ist das Wachstum in den genannten vier Konzentrationen als ein relativ gutes zu bezeichnen. Es war besser als auf gewöhnlichem Agar ohne jeglichen Zusatz.

Am geeignetsten von den drei Nitraten erwies sich somit KNO_3, an zweite Stelle tritt $NaNO_3$ und an die letzte Kalziumnitrat.

δ) $(NH_4)_2SO_4$.

Was das Ammoniumsulfat betrifft, so wirkten 0,5% für alle Zellen giftig, selbst bei 0,2% blieben nicht alle Organismen am Leben, doch war der Bruchteil der abgestorbenen nur gering. 0,1% und 0,05% erwiesen sich als völlig ungiftig. Das Optimum des Wachstums lag für $(NH_4)_2SO_4$ bei 0,05%, die beiden anderen Konzentrationen ließen die Organismen sich nur spärlich entwickeln.

ε) Amidokörper und Pepton.

Wirksamer als die anorganischen Stickstoffquellen sind die Amidokörper und Pepton. — Sehr gut gediehen die Flagellaten auf 0,5%igem Asparagin-Agar, auf dem ich einige besonders große Zellen (20 *μ*) messen konnte. Durchaus gleichwertig mit Asparagin-Agar war 0,5%iger Pepton-Agar, wo die Teilung schon nach 12 Stunden begann. — 0,5%iger Pepton-Agar + 0,01% acid. citr. war nicht so günstig wie die gleiche Kombination in flüssiger Form. Es liegt offenbar an der Fixierung der Zellen auf dem Agar.

(2. Flüssige Medien.)

Am besten von allen Medien bewährte sich 0,5% Pepton. Hierin gediehen die Organismen vortrefflich und bildeten prächtig blaugrün gefärbte Kolonien. Sehr bald traten sogar recht kleine Individuen (3—5 *μ*) auf. Ein Zusatz von 0,01% acid. citr. zu vorstehender Kombination hatte keinen besonderen Einfluß.

e) Einfluß der Kohlenstoffnahrung.

Auf ihren Nährwert geprüft wurden: Trauben- und Rohrzucker. In diesen Medien trat ein deutlicher Unterschied in der Entwicklung hervor. — In 1%iger Glukose war die Entwicklung eine sehr üppige,

auch in 5 %iger Traubenzuckerlösung war sie noch recht gut, doch ging sie bedeutend langsamer vor sich. In 10 %iger Glukose jedoch starben die Individuen sehr schnell ab. Auf 1 %igem Glukose-Agar, der mit Leitungswasser bereitet war, blieben trotz des bedeutend verminderten osmotischen Druckes sämtliche Individuen am Leben und entfalteten bald ein außerordentlich üppiges Wachstum. Noch besser als reine Glukoselösung erwies sich diese mit Zusatz von 0,5 % Pepton, wo sehr schöne, blaugrün gefärbte Flagellaten auftraten.

In Rohrzuckerlösungen dagegen war das Wachstum nur gering, kaum besser als in gewöhnlichem Seewasser.

Ferner stellten sich als ungemein günstige Medien Erbs- und Fucusdekokt heraus. Beide Medien wurden sogar mit schwacher 0,01 %iger Zitronensäure gut vertragen. Die giftige Säurewirkung wurde durch genannte Dekokte völlig aufgehoben, auch beeinflußte sie die Wachstumsgeschwindigkeit in keiner Weise. — Vorzüglich war auch folgende Kombination: Fucusdekokt + 1 % Glukose + 0,01 % acid. citr., in der schon nach 12 Stunden lebhafte Teilung begann.

Überhaupt vollzog sich die Teilung der *Cryptoglena* in fast allen Fällen nach 24 Stunden. Am Tage nach der Aussaat konnte ich regelmäßig auf die doppelte Anzahl der Individuen rechnen, doch nahm die Teilungsfähigkeit mit dem Alter der Kultur ab.

Aus alledem geht hervor, daß die blaugrüne Flagellate keineswegs oligonitrophil ist, da sie sehr wohl gebundenen Stickstoff und insbesondere organisch gebundenen zu verwerten vermag.

Vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Kiel im Sommersemester 1908 begonnen und im Sommersemester 1909 beendet.

Herrn Geheimrat Professor Dr. Reinke bin ich für die liebenswürdige Unterstützung und Anregungen bei dem Werden meiner Arbeit zu lebhaftem Danke verpflichtet. Ebenso möchte ich nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. W. Benecke und Herrn Professor Dr. E. Küster sowie Herrn Dr. Lehmann für ihren wertvollen Rat meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

3 2044 072 198 245

Date Due

MAY 15 1968

MAY 1969

APR 24 1972